

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1913

N°

THÈSE 363

POUR

le Doctorat en Médecine

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

Cellules Névrogliques

Spécialement au point de vue de leur activité formatrice

par

Claude-Marie-Jean VERNE

Né le 4 Octobre 1890 à Saint-Julien (Haute-Savoie)

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris

Lauréat de la Faculté des Sciences et de la Faculté de Médecine d'Alger
(Médaille d'argent)

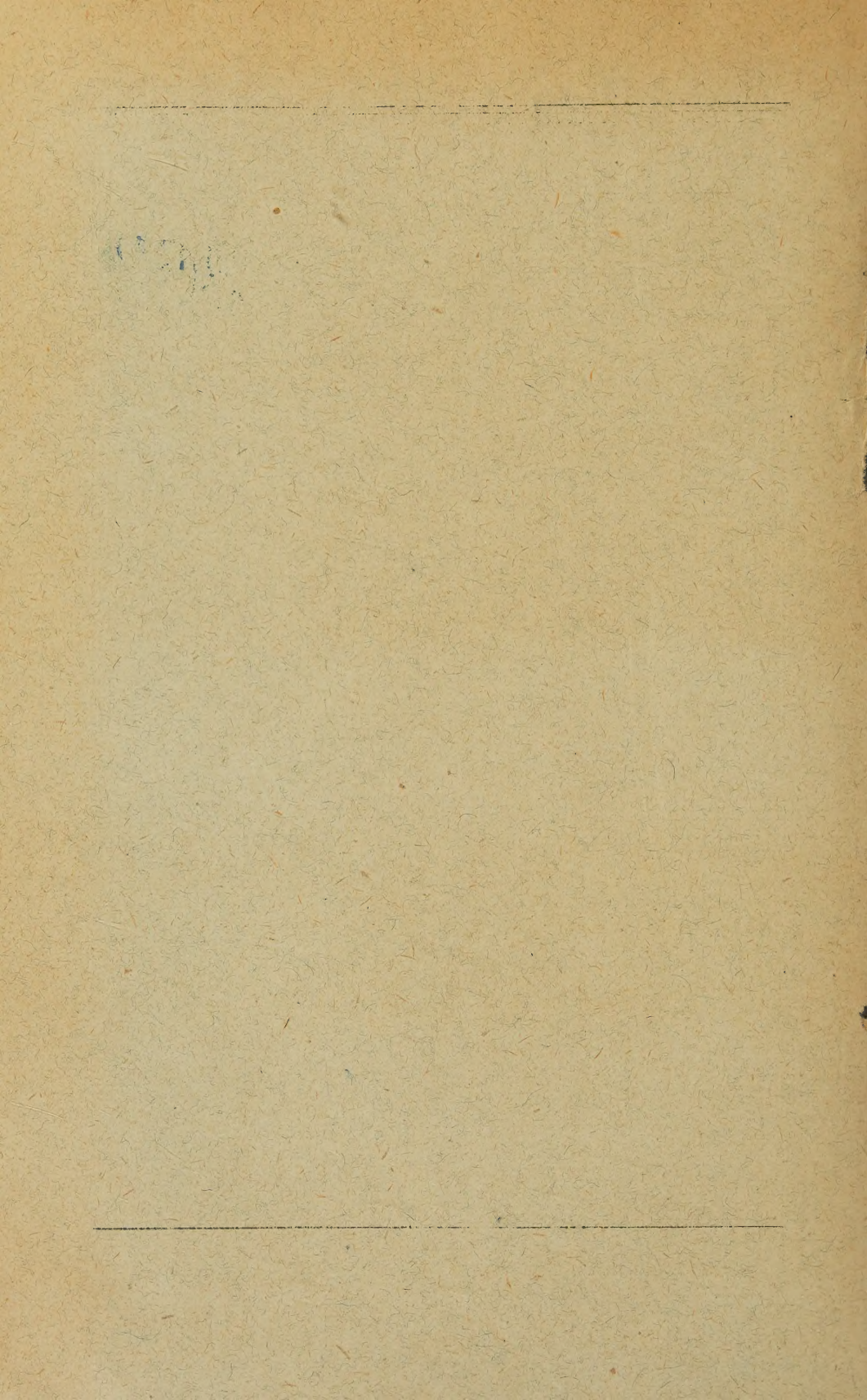
Président : M. PRENANT, professeur

IMPRIMERIE DES THÈSES DE MÉDECINE

OLLIER-HENRY Editeur

26, Rue Monsieur-le-Prince, 26 — PARIS (VI^e Ar^t)

1913



363

THÈSE

POUR LE DOCTORAT EN MÉDECINE

FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

ANNÉE 1913

N°

THÈSE

POUR

le Doctorat en Médecine

CONTRIBUTION A L'ÉTUDE

DES

Cellules Névrogliques

Spécialement au point de vue de leur activité formatrice

par

Claude-Marie-Jean VERNE

Né le 4 Octobre 1890 à Saint-Julien (Haute-Savoie)

Préparateur à la Faculté de Médecine de Paris

Lauréat de la Faculté des Sciences et de la Faculté de Médecine d'Alger
(Médaille d'argent)

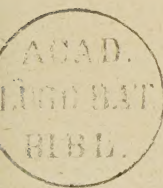
Président : M. PRENANT, professeur

IMPRIMERIE DES THÈSES DE MÉDECINE

OLLIER-HENRY Editeur

26, Rue Monsieur-le-Prince, 26 — PARIS (VI^e Ar^t)

1913



FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS

	Doyen	M. LANDOUZY
	Professeurs	MM.
Anatomie.....		NICOLAS
Physiologie.....		CH. RICHET
Physique médicale.....		WEISS
Chimie organique et chimie générale.....		DESGREZ
Parasitologie et Histoire naturelle médicale.....		BLANCHARD
Pathologie et Thérapeutique générales.....		ACHARD
Pathologie médicale.....		{ WIDAL
		{ TEISSIER
Pathologie chirurgicale.....		LEJARS
Anatomie pathologique.....		PIERRE MARIE
Histologie.....		PRENANT
Opérations et appareils.....		BROCA
Pharmacologie et matière médicale.....		POUCHET
Thérapeutique.....		MARFAN
Hygiène.....		CHANTEMESSE
Médecine légale.....		THOINOT
Histoire de la médecine et de la chirurgie.....		LETULLE
Pathologie expérimentale et comparée.....		ROGER
Clinique médicale.....		{ DEBOVE
		{ LANDOUZY
		{ GILBERT
		{ CHAUFFARD
Maladies des enfants.....		HUTINEL
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale.....		GILBERT BALLEZ
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....		GAUCHER
Clinique des maladies du système nerveux.....		DEJERINE
Clinique chirurgicale.....		{ PIERREDELBET
		{ QUENU
		{ RECLUS
		{ SEGOND
Clinique ophtalmologique.....		DE LAPERSONNE
Clinique des maladies des voies urinaires.....		LEGUEU
Clinique d'accouchements.....		{ BAR
		{ PINARD
		{ RIBEMONT-DES-
		{ SAIGNES
Clinique gynécologique.....		POZZI
Clinique chirurgicale infantile.....		KIRMISSON
Clinique thérapeutique.....		A. ROBIN

Agrévés en exercice

MM.			
BALTHAZARD	DUVAL PIERRE	LEQUEUX	RATHERY
BERNARD	GOUGEROT	LÉRI	RETERER
BRANCA	GRÉGOIRE	LÉPER	RICHAUD
BRINDEAU	GUENIOT	MACAIGNE	ROUSSY
BROCA ANDRÉ	GUILLAIN	MAILLARD	ROUVIÈRE
BRUMPT	JEANNIN	MORESTIN	SCHWARTZ
CAMUS	JOUSSET ANDRÉ	MULON	SICARD
CARNOT	LABBÉ MARCEL	NICLOUX	TERRIEN
CASTAIGNE	LANGLOIS	NOBECOURT	TIFFENEAU
CHEVASSU	LAIGNEL-LAVASTINE	OKINCZYC	ZIMMERN
CLAUDE	LECENE	OMBREDANNE	
COUVELAIRE	LENORMANT	PROUST	

Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées doivent être considérées comme propres à leurs auteurs, et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A Mon Maître
Monsieur le PROFESSEUR PRENANT

A Monsieur le PROFESSEUR WEBER
Mon Maître d'Alger



Digitized by the Internet Archive
in 2026

INTRODUCTION

La névroglie, tant au point de vue de son histogénèse que de sa structure, a été déjà l'objet d'un nombre considérable de travaux. Et cependant la variété des méthodes employées, la diversité des images qu'elles fournissent ont donné lieu à un grand nombre d'interprétations et de théories différentes, aussi bien au point de vue morphologique que fonctionnel. De sorte que la place est libre encore pour bien des chercheurs et qu'il faut accumuler bien des faits, bien des documents pour arriver à une compréhension exacte et complète de la cytologie de ce tissu.

Sur les conseils de mon maître, M. le Professeur PRENANT, j'ai entrepris l'étude d'une formation très peu connue, même au point de vue de l'anatomie microscopique, qui termine la moelle épinière d'un certain nombre de poissons et qui est, avant tout, un organe névroglie. Ayant observé d'intéressantes images, je me suis adressé à un autre organe où je savais aussi devoir prédominer la névroglie : la glande pinéale; et j'eus la chance d'avoir le précieux appoint de pièces provenant d'un supplicé que je dois à la grande bienveillance de mon maître. C'est grâce à ses savants conseils que j'ai pu entreprendre et

mener à bien ce travail. Je suis heureux de lui renouveler ici l'expression de ma profonde reconnaissance et de mon respectueux attachement.

A M. WEBER, professeur à la Faculté de médecine d'Alger, qui guida mes tout premiers pas dans l'histologie, je tiens à témoigner l'hommage de mon dévouement et de mon fidèle souvenir. A M. TOPSENT, professeur de zoologie à la Faculté des sciences de Dijon, j'adresse tous mes remerciements pour la grande complaisance avec laquelle il s'est mis à ma disposition pour me fournir, à sa station aquicole de la Côte d'Or, un riche matériel de poissons. Je remercie également M. le Professeur agrégé BRANCA, qui m'a aimablement prêté une glande pinéale de sa collection, me permettant ainsi de comparer les résultats obtenus par d'autres fixations que celles employées par moi au cours de mes recherches.

Je me suis surtout attaché, dans ce travail, à présenter la névroglie sous un jour un peu nouveau. De nombreuses théories ont été émises sur la valeur fonctionnelle de ce tissu. Sans avoir la prétention de faire de cette question un exposé complet, je crois bon, au début de ce travail, de rappeler en quelques pages ces théories. Elles lui seront une introduction utile. Aussi, je les passerai tout à l'heure rapidement en revue et je montrerai l'insuffisance de toutes.

Evidemment, l'insuffisance de ces théories tient à celle de nos connaissances. Depuis la conception de substance amorphe qu'en avaient les premiers histologistes, on s'est trop habitué à considérer la névroglie comme un tissu

figé, comme un tuteur rigide, comme une charpente dépourvue de toute activité.

Démontrer l'activité formatrice de ce tissu, c'est, me semble-t-il, ouvrir de nouveaux horizons pour la recherche de la théorie qui doit correspondre à sa valeur fonctionnelle réelle.

Aussi l'idée principale qui dirigera ce travail sera d'établir que, du moins dans les régions où je l'ai étudiée, la névroglie est douée d'une activité formatrice des plus nettes. Je dis formatrice à dessein, et non sécrétrice. Ce terme de sécrétrice a un sens trop restreint, il contient implicitement le terme physiologique de glandulaire et nos connaissances sur la névroglie sont trop insuffisantes pour permettre d'employer ce terme. Je veux m'en tenir à une interprétation morphologique, rechercher si les cellules névrogliales sont capables d'élaborer des formations figurées, et ce terme d'activité formatrice, dans sa généralité, les englobe toutes, qu'il s'agisse de sécrétion au sens que l'on attribue à ce mot dans les glandes en général, qu'il s'agisse de phénomènes d'un ordre différent.

Dans les organes que je vais étudier, la différenciation au cours du développement s'est faite toute au bénéfice de la névroglie. Aussi me paraissent-ils constituer un matériel de choix pour étudier ce tissu, aucun élément étranger ne venant modifier par sa présence les conditions d'observation.

Au cours de ces dernières années, cette activité formatrice a été entrevue par divers auteurs, qui l'ont interprétée comme sécrétrice et ont été entraînés à lui donner une valeur glandulaire, malencontreusement me sem-

ble-t-il au moins pour l'instant, comme je viens de l'exposer. Il importe de signaler ces faits ici; j'examinerai les différents travaux, où ils ont été étudiés. Cet aperçu sera une préface à mes recherches, et les idées générales qui en sortiront viendront en même temps corroborer mes résultats.

Au cours de mes observations personnelles, je signalerai également quelques faits qui m'ont paru intéressants pour contribuer à la connaissance de la névroglie, soulevant plusieurs questions relatives aux fibres, notamment le problème toujours en suspens des rapports du corps cellulaire avec ces fibres.

Ce travail sera ainsi divisé en deux parties.

Dans la première, je consacrerai un chapitre à l'étude des théories sur la valeur fonctionnelle de la névroglie. Un autre chapitre rappellera les faits signalés relativement à l'activité formatrice de ce tissu.

Enfin, dans la seconde partie, j'exposerai les résultats fournis par mes recherches personnelles. Ces recherches ont porté sur deux régions.

1° Le renflement caudal de la moelle des poissons. Cet organe étant fort mal connu, je ferai précéder son étude cytologique d'un exposé rapide de son anatomie microscopique.

2° La glande pinéale (spécialement de l'homme).

CHAPITRE I

VALEUR FONCTIONNELLE DE LA NÉVROGLIE

La vraie nature de la névroglie a été longtemps méconnue. VIRCHOW en faisait une variété du tissu conjonctif, propre aux centres nerveux. Et ce sont seulement RANVIER, VIGNAL et RENAUT qui ont montré la véritable origine de la névroglie : sa nature épithéliale. Aussi, n'y a-t-il pas lieu de s'étonner que la valeur fonctionnelle de ce tissu soit encore si mal élucidée, si controversée.

L'opinion la plus courante fait de lui l'élément de soutien du tissu nerveux. Le tissu nerveux est considéré comme l'élément noble; la névroglie est destinée à soutenir, à tenir réunies les parties constituantes de ce tissu nerveux, à combler les lacunes laissées libres entre les fibres ou les cellules nerveuses; elle a un rôle tout passif. WEIGERT s'est fait le défenseur de cette théorie, qui depuis est connue sous le nom de théorie du remplissage. Là où les plexus nerveux sont lâches et occupent peu de place, la névroglie est abondante; là où les éléments nerveux sont tout proches, la névroglie se raréfie. Dans un cas pathologique, si des éléments nerveux sont frappés de

mort, c'est du tissu névroglie qui vient prendre leur place.

Cette théorie repose, en réalité sur une pétition de principe; il ne peut exister de vides dans le système nerveux. A ce compte là, on pourrait dire de tout élément qu'il comble une lacune, du moment qu'il occupe un espace qui n'est pas occupé par d'autres éléments. La prolifération du tissu névroglie lors d'une lésion n'est nullement une preuve qu'il vient combler des vides. Et l'hypothèse d'un rôle de remplissage, purement passif, ne permet pas de s'expliquer les variations considérables de la morphologie et de la structure des différents éléments de la névroglie. S'ils avaient seulement un rôle de soutien, il semble qu'ils n'auraient pas besoin de varier dans leur forme, leur structure, leur disposition.

Il peut rester un fond de vérité dans cette théorie, mais il n'en apparaît pas moins clairement qu'elle est insuffisante. GOLGI, appliquant sa méthode chromo-argentique, fut frappé de la singulière richesse de la névroglie autour des vaisseaux, et il observa que souvent les prolongements des cellules névrogliques vont s'insérer à ces vaisseaux au moyen d'un petit pied. Remarquant des terminaisons analogues au niveau des dendrites, il émit l'hypothèse que ces cellules pouvaient servir d'intermédiaire dans le transport des matériaux nutritifs jusqu'aux dendrites qui ne seraient pas directement en rapport avec les vaisseaux. Telle est la théorie nutritive de GOLGI. Capillaires, cellules névrogliques et dendrites forment un tout fonctionnel.

Bien des objections s'élèvent aussi contre cette théorie. Elle suppose, d'abord et avant tout démontrée, la fonction

nutritive des dendrites. Un grand nombre de fibres névrogliques ne sont en rapport ni avec des dendrites, ni avec des vaisseaux. On ne comprend pas bien non plus comment se ferait cet échange de matériaux nutritifs des vaisseaux aux cellules névrogliques d'abord, des cellules névrogliques aux dendrites ensuite. Toutes ces raisons font que cette théorie a trouvé bien peu d'adeptes en dehors de l'école de GOLGI.

RAMON Y CAJAL chercha à faire jouer un rôle direct à la névroglie et établit la théorie de la fonction isolatrice. La névroglie formerait un milieu résistant au passage des ondes nerveuses. Admettant que la myéline a pour sa part une action isolatrice, il montre que la névroglie abonde là où les prolongements dendritiques forment des réseaux compliqués et là où les fibres sont dépourvues de myéline.

Cette théorie, qui peut paraître ingénieuse, ne saurait résister non plus à une critique sérieuse. Tout d'abord, les fibres nerveuses ont-elles besoin d'être isolées? La fonction isolatrice de la gaine de myéline n'est rien moins que démontrée, et l'on tend aujourd'hui à lui attribuer plutôt un rôle nutritif vis-à-vis de l'axone. Admettant même ce rôle d'isolement, il paraît étrange que la névroglie soit principalement abondante là où les cylindraxes sont entourés de leur gaine de myéline, c'est-à-dire dans la substance blanche. Dans la substance grise, là où les ramifications cylindraxiles, dépourvues de la gaine de myéline, doivent s'entrecroiser les unes avec les autres pour se mettre en contact avec les prolongements protoplasmiques et avec le corps des cellules nerveuses, la névroglie se fait beaucoup plus rare. Enfin, dans des formations, où fibres

et cellules nerveuses sont extrêmement rares, la névroglie prend un développement considérable : tels, dans l'histologie normale, le filament terminal de la moelle et surtout la glande pinéale, et, dans les cas pathologiques, les gliomes.

ANDRIEZEN fait remarquer la prépondérance des cellules névrogliales autour des vaisseaux. Il en a conclu qu'il s'agissait là d'un véritable feutrage, c'est-à-dire que ces cellules avaient pour rôle de protéger les éléments nerveux contre les dilatations brusques des vaisseaux, sous l'influence de l'ondée sanguine à chaque contraction cardiaque.

CAJAL a également bâti une théorie beaucoup plus compliquée dans laquelle il donne à la névroglie le rôle essentiel dans le jeu des phénomènes psychiques. Ce dernier serait dû à la rétraction ou à la dilatation des cellules névrogliales, qui suspendraient ou établiraient ainsi les connexions entre les neurones. Ce seraient elles, en somme, les seuls éléments actifs dans le système nerveux.

Cette théorie, qui a été l'objet d'une vive critique de la part de VAN GEHUCHTEN, est difficilement admissible; elle paraît plutôt une création de l'imagination.

Il convient de signaler les rôles spéciaux que certains histologistes ont fait remplir aux cellules névrogliales. HOLMGREN, sous le nom de trophosponges, a fait jouer à ces éléments une fonction trophique directe vis-à-vis des cellules nerveuses, en raison des prolongements que, selon lui, ils envoient à l'intérieur de ces cellules.

MARINESCO a créé le terme de neuronophagie pour dési-

gner la phagocytose exercée à l'égard de cellules nerveuses altérées, en voie d'involution par les cellules névrogliales. NAGEOTTE a décrit ces mêmes phénomènes. Mais la nature névrogliale de ces phagocytes n'est pas admise par tous. Beaucoup pensent qu'il s'agit simplement là de macrophages.

L'abondance des interprétations et des théories montre évidemment qu'aucune n'est pleinement satisfaisante pour l'esprit, que la véritable valeur fonctionnelle de la névroglie reste encore à trouver. Peut-être y a-t-il un peu de vrai dans chacune de ces théories, mais toutes sont insuffisantes et incomplètes et doivent passer au rang de fonctions secondaires devant la véritable fonction qui reste à trouver.

Les méthodes chromo-argentiques ont le tort de donner de pures silhouettes, fournissant seulement de grossiers renseignements morphologiques, sans rien apprendre de la nature, des rapports du noyau, du protoplasma, des fibres de la cellule névrogliale. C'est seulement en appliquant les méthodes employées en cytologie, que l'on arrivera à se renseigner sur tous ces caractères.

LUGARO, se basant sur l'observation de gliomes, pense qu'un grand nombre des accidents observés dans ces cas ne peuvent être imputés qu'à une activité chimique particulière de la névroglie; et de là, sans fournir du reste d'autres preuves, il admet que la névroglie joue normalement le rôle d'un filtre anti-toxique, agissant d'une part sur les poisons exogènes, et, surtout, d'autre part, sur les poisons endogènes résultant du fonctionnement du système nerveux. « Dans le système nerveux, dit-il, il n'existe

pas de vaisseaux lymphatiques, capables d'éloigner rapidement les produits de régression, et forcé est au plasma de parcourir, avant de gagner les gaines lymphatiques des vaisseaux, des espaces étendus, venant au contact de nombreux autres éléments nerveux. D'où la nécessité d'une destruction biologique locale de ces produits. »

Une telle théorie, basée avant tout sur des suppositions, demande une vérification matérielle. LUGARO n'envisage nullement le point de vue histologique. Comment se fait cette action antitoxique? Il faudrait le démontrer.

Plus récemment encore, d'autres histologistes (NAGEOTTE, MAWAS), en raison des phénomènes sécrétoires qu'ils y ont observés, ont fait de la névroglie une vaste glande à sécrétion interne annexée au système nerveux. Du fait de l'observation de phénomènes formateurs, il ne faut pas se hâter de conclure à l'existence d'un rôle glandulaire. Tous ces faits sont récents et trop complexes pour permettre d'en tirer une déduction. C'est seulement lorsque nous posséderons de la névroglie une connaissance approfondie, qu'il nous sera permis de fonder une hypothèse qui aura quelque chance de résister aux critiques. Je compte, dans ce travail, apporter une modeste contribution à l'étude des phénomènes formateurs dans la névroglie; mais les faits que j'ai observés m'interdisent toute conclusion au sujet de la valeur fonctionnelle de la névroglie. Il semble, au contraire, qu'ils montrent toute la complexité du problème, et sous combien d'aspects différents l'activité de la névroglie peut se montrer.

CHAPITRE II

FAITS RELATIFS A L'ACTIVITÉ FORMATRICE DE LA NÉVROGLIE

Les rapports des fibres et des corps cellulaires proprement dits des éléments névrogliques ont été et sont encore l'objet de nombreuses controverses. La théorie soutenue surtout par les histologistes qui ont employé les méthodes chromo-argentiques donne de la névroglie un schéma purement cellulaire, les fibres n'étant pour elle que les simples prolongements de la cellule même. Cette interprétation rallie les suffrages de bien peu d'histologistes à l'heure actuelle.

Mais à côté, la majorité des chercheurs, on le sait, s'accorde à reconnaître qu'il existe outre les cellules des fibres spéciales, « différentes du protoplasma cellulaire par leurs caractères physiques et chimiques, par leur consistance et par leurs réactions vis à vis des digérants et que ces fibres sont élaborées par le protoplasma de la cellule névroglique, dont elles sont une différenciation spécifique » (PRENANT). Les uns admettent que ces fibres ne sont que les prolongements différenciés des cellules névrogli-

ques et n'en sont jamais indépendantes; les autres soutiennent que ces fibres se différencient dans le protoplasma même et qu'elles en deviennent par la suite complètement indépendantes.

Je reviendrai sur ces deux théories dans mes conclusions; nous n'avons pas, pour le moment, à examiner laquelle est le plus conforme à la réalité; il nous suffit de retenir que quelle que soit celle des deux à laquelle on se rattache, on admet que les fibres sont élaborées par les cellules névrogliales, et c'est là une première preuve indiscutable de l'activité formatrice de ces éléments. Tous les caractères contenus dans la citation ci-dessus du traité du Professeur PRENANT démontrent amplement que l'on a à faire dans ces fibres à des portions différenciées du protoplasma primitif, et ce sont les caractères nécessaires et suffisants pour établir qu'elles sont le résultat de cette activité formatrice. Aussi la question revient-elle à se poser ainsi : en dehors et en plus des phénomènes qui déterminent la production du riche réseau de fibres, les éléments névrogliaux bornent-ils leur activité, sont-ils capables de présenter d'autres phénomènes formateurs?

Au cours de l'exposé de mes recherches personnelles, nous verrons que la réponse à cette question doit être affirmative, mais je vais auparavant examiner dans ce chapitre les observations des histologistes, qui ont décrit ou signalé des faits venant corroborer l'exactitude de cette hypothèse. J'ai réuni les faits ayant trait aussi bien aux éléments épendymaires qu'aux éléments névrogliaux. L'histogénèse comme l'histologie invitent à ce rapprochement : les derniers de ces éléments n'étant, somme

toute, que des spongioblastes ayant émigré dans l'intérieur de la paroi. Je ne rappelle que pour mémoire les phénomènes d'ordre nettement sécrétoire, que de nombreux histologistes ont signalés dans les toiles choroïdiennes (PETTIT, LCEPER, STUDNICKA, etc.); ces formations sont trop à part pour pouvoir rentrer dans le cadre de ces faits. Elles représentent, on le sait, la paroi du tube cérébral embryonnaire non différenciée et demeurée à l'état épithélial.

FUCHS, dans son travail paru en 1904, s'est élevé contre l'opinion classique qui considère les cellules épendymaires comme des éléments à cils vibratiles et a rapproché ces cellules de celles de l'épididyme. Ce ne sont pas des cellules vibratiles, mais avant tout sécrétrices. Déjà les cellules du fœtus montrent des grains dans leur protoplasma. Ce sont certainement des grains de sécrétion, car on les voit émigrer dans la lumière du canal central. Chez le cobaye adulte on constate les mêmes grains, d'ailleurs analogues à ceux du Vas epididymis, et comme là ils proviendraient du noyau. Le rôle principal et primitif de l'épendyme consiste assurément dans la sécrétion, comme le prouve ce fait que le processus sécrétoire peut s'observer à tous les âges de la vie, et qu'on peut d'autre part le constater alors qu'il n'existe pas trace de cils. VAN DER STRICHT est d'un avis analogue (d'après FUCHS).

Le lobe nerveux de l'hypophyse a été l'objet d'un nombre considérable de travaux. On a cru voir en lui un simple vestige conjonctivo-névroglique et à côté d'autres auteurs en ont fait le siège de processus sécrétoires des plus nets.

JORIS, après avoir longtemps refusé toute signification sécrétoire au lobe neuro-hypophysaire, est revenu sur ses opinions premières et il admet qu'il constitue en réalité une glande en pleine activité. Il y a décrit de petites vésicules remplies de matière colloïde et il attribue leur formation à l'activité de cellules épendymaires, éparses au sein de la neuro-hypophyse. KOHN admet que les cellules pigmentaires qu'on rencontre dans cette portion sont de nature névroglie. SOYER et V. JONNESCO après lui, sont d'un avis semblable. SOYER admet que ces cellules pigmentaires se transforment par la suite en cellules à granulations éosinophiles. JONNESCO retourne cette théorie; pour lui les éosinophiles deviennent pigmentaires.

La glande pinéale, qui est formée presque uniquement de névroglie est généralement aussi considérée par les auteurs comme ayant une valeur sécrétoire. Comme j'ai consacré une partie de mes recherches personnelles à préciser et à établir le fait de la présence de phénomènes montrant l'activité des éléments névroglie dans cet organe, j'estime que la revue des opinions trouvera mieux sa place à ce moment. Aussi je me contente de le signaler ici pour compléter l'exposé des faits.

Si l'on envisage la névroglie disséminée dans les centres nerveux, il convient de signaler que depuis longtemps déjà RENAUT avait décrit des grains dans les cellules névroglie, et en raison de leur constance, il les avait appelés grains indicateurs de la névroglie. Peut-être faut-il rapprocher de ces formations celles décrites par BOLL, sous le nom de givre. Toujours est-il que ces grains restaient énigmatiques. Ce n'est qu'en 1910, c'est-à-dire de longues années plus

tard, que VON FIEANDT décrit des grains extrêmement fins dans les cellules névrogliales et il les appela gliosomes. HELD a observé, dans les cellules névrogliales voisines des vaisseaux et situées dans la gaine lymphatique de ROBIN, des phénomènes qu'il considère comme sécrétoires. Les cellules augmentent de volume. Leur protoplasma se charge de grains; ces grains sont les uns colorables par l'hématoxyline ferrique, les autres par la fuchsine acide, les grains fuchsinophiles devenant de plus en plus nombreux. On pourrait même voir le protoplasma entier de ces cellules se détacher et disparaître; il s'agirait là d'un processus de sécrétion holocrine véritable. Il serait permis de se poser la question si l'on a réellement à faire à des cellules névrogliales plutôt qu'à des leucocytes. Leur situation permet d'émettre des doutes.

CHRISTIAN, étudiant des tératomes, a signalé des taches dans le protoplasma des cellules névrogliales que l'on rencontre toujours dans ces tumeurs.

Je terminerai ce chapitre en rappelant les deux notes publiées dans les comptes rendus de la société de Biologie par NAGEOTTE et MAWAS, qui, toutes deux, tendent à démontrer que la névroglie de la substance grise présente des phénomènes de sécrétion.

NAGEOTTE admet que la totalité des granulations, situées dans la substance grise en dehors du protoplasma des cellules nerveuses, appartiennent en réalité à la névroglie. Les phénomènes qu'il a observés seraient en tous points comparables à ceux décrits par ALTMANN dans les cellules glandulaires. Par la méthode de BENDA, il retrouve des mitochondries et ces formations seraient visibles à l'état

frais, dans les préparations faites par étalement. Pensant qu'il ne s'agit pas là d'un produit de désassimilation, NAGEOTTE conclut que la névroglie est une glande interstitielle annexée au système nerveux.

MAWAS aboutit à une semblable conclusion. Dans un premier travail, il démontre l'activité sécrétoire des cellules de la rétine ciliaire, qu'il considère comme d'ordre névroglique. En ce qui concerne les cellules épendymaires et névrogliques proprement dites, il se base, pour affirmer les caractères glandulaires, d'abord sur la variation de chromaticité des noyaux, à laquelle, avec l'école lyonnaise, il semble attacher une importance capitale, ensuite sur l'existence de chondriocontes, d'enclaves et de vésicules lipoïdes, « de tous points comparables à la myéline ».

Enfin, il est intéressant de signaler qu'OBERSTEINER a montré dans les éléments névrogliques des grains brillants et il est d'avis qu'ils pourraient représenter l'origine des corpuscules amylacés, si fréquents dans certains cas dans la substance blanche. Cette vue paraît assez justifiée, car il est connu que les corps amylacés sont surtout abondants à la périphérie de la moelle et autour du canal de l'épendyme, c'est-à-dire là où la névroglie est développée, formant les couches marginale et péri-épendymaire.

CHAPITRE III

TECHNIQUE GÉNÉRALE

La technique jouant dans l'histologie moderne un rôle capital, je crois bon d'exposer avec quelques détails les méthodes auxquelles j'ai eu recours, aussi bien au point de vue de la fixation que de la coloration.

FIXATION. — Comme fixateur, j'ai employé à peu près exclusivement le formol. Au point de vue névroglique, c'est certainement le meilleur fixateur et il a l'avantage de permettre, par la suite, toutes les méthodes de coloration spécifiques. Une question importante est de savoir à quelle concentration on doit employer les solutions. Il m'a paru que cette concentration devait varier suivant les organes et surtout les espèces animales. Les pièces provenant de mammifères se trouvent admirablement fixées avec des solutions aqueuses de 5 % de formaline, c'est-à-dire de la solution commerciale, contenant 40 % d'aldéhyde formique. Pour le renflement de la moelle des poissons, le pourcentage de la solution est assez difficile à trouver; la fixation idéale n'est pas toujours obtenue. Toutefois, il m'a semblé que les meilleurs résul-

tats étaient atteints avec une solution de formaline à 10 %, additionnée d'un tiers d'alcool à 90°. Dans tous les cas, la fixation est suffisante au bout de quatre jours et l'on peut, après un rapide lavage à l'eau, procéder à la déshydratation et à l'inclusion. Sur quelques pièces, j'ai fait suivre la fixation au formol d'une chromisation comme l'indique MALLORY : trois ou quatre jours dans une solution à parties égales de formol et d'acide picrique saturé dans l'eau, puis une durée égale dans une solution à 3 % de bichromate de potassium. Par cette opération, on se dispense dans la coloration au bleu victoria, de la chromisation des coupes. Toutes mes inclusions ont été faites dans la paraffine.

COLORATION. — Comme je l'ai indiqué, au début de ce travail, les procédés chromo-argentiques ne sauraient convenir à une étude cytologique. Ils sont excellents pour connaître la disposition et l'architecture des éléments névrogliques, mais ils sont incapables de fournir d'autres renseignements. Les méthodes de coloration que j'ai employées peuvent se ranger sous deux titres : les unes sont des méthodes spécifiques de la névroglie, destinées, par conséquent, à l'étude des fibres, les autres sont des méthodes cytologiques proprement dites.

Nombreuses sont les méthodes qui ont été proposées pour colorer électivement la fibre névroglique ; je me suis spécialement attaché à deux d'entre elles : la méthode de LHERMITTE au bleu Victoria et la méthode de MALLORY.

La méthode de LHERMITTE est précise au point de vue de la mise en évidence des fibres. La méthode de WEIGERT

n'apparaît très aléatoire dans les résultats qu'elle donne et très compliquée dans sa réalisation. Ses complications sont, pour la plus grande partie, inutiles. Cette méthode, en effet, de même que toutes celles qui s'en sont inspirées, la simplifiant ou la modifiant, repose sur les principes suivants : fixation au formol, mordantage avec un composé chromé, ce qui constitue la chromisation, puis vient la coloration proprement dite avec un bleu ou un violet basiques d'aniline, suivie d'un traitement par le lugol (solution iodo-iodurée). Enfin, sans déshydratation par les alcools, après simple séchage au papier filtre, on différencie avec de l'aniline ou un mélange de xylol aniline. Tels sont les temps essentiels de ces méthodes; les fibres, mordancées par le chrome, se teignent électivement par le colorant employé. Ces temps sont les seuls utiles dans la coloration de WEIGERT, aussi de nombreux auteurs ont cherché à la modifier. Parmi toutes ces modifications, la méthode LHERMITTE me semble la plus rationnelle et la plus pratique, les différents temps étant réduits à leur plus grande simplicité. La pièce ayant été fixée au formol, on fait les coupes et les lames sont traitées deux heures environ par une solution concentrée de sublimé, on chromise alors soit avec le liquide de FLEMMING, soit avec le mélange de BENDA, également deux heures. Après lavage rapide, on procède à la coloration, qui s'effectue avec une solution aqueuse à 1 % de bleu victoria. On peut colorer vingt-quatre heures à froid ou en chauffant deux ou trois fois jusqu'à émission de vapeurs. On traite alors par la solution iodo-iodurée, et, après avoir séché, on différencie avec un mélange à parties égales de xylol et d'aniline;

la différenciation est arrêtée par un lavage au xylol pur et l'on monte au baume.

La méthode de MALLORY, à l'hématoxyline phosphotungstique, est excellente et d'une grande électivité. Elle fournit de très jolies images polychromes, la névroglie étant bleue, les cylindraxes et le tissu conjonctif roses. Les coupes sont traitées pendant quinze minutes par du permanganate de potassium à 0,5 % lavées, traitées pendant quinze minutes par l'acide oxalique à 1 %, bien lavées et enfin colorées dans la solution. Cette solution se prépare en faisant dissoudre un décigramme d'hématoxyline dans un peu d'eau chaude; on laisse refroidir et on ajoute 100 centimètres cubes de solution d'acide phosphotungstique à 1 %.

Pour que les résultats soient bons, il faut que la solution soit assez fraîche. Quand elle a trop mûri, elle colore rapidement et perd son électivité. Pour être parfaite, elle doit colorer en vingt-quatre heures et plus.

L'hématoxyline ferrique, excellent colorant cytologique comme chacun sait, a été exclusivement employée par E. MÜLLER dans son travail sur la névroglie des poissons. Mlle DIMITROVA l'a également mise à contribution. Il vaut mieux employer un fixateur chromé et le mordantage à l'alun de fer doit être prolongé au moins vingt-quatre heures. En différenciant assez peu, toutes les fibres névrogliques restent colorées. Une différenciation plus complète permet l'étude du noyau et des détails cytologiques.

Mais à ces derniers points de vue, si cette méthode donne des renseignements précieux, ils ne sont pas suffisants. Aussi j'ai toujours recouru à des colorations

polychromes, comme l'éosine-bleu de Kühne, le Giemsa, le Leishman et autres. Tous ces procédés donnent de brillantes images très instructives; avec eux, on n'a plus seulement la forme, la silhouette des détails cytoplasmiques et nucléaires, on a aussi leur réaction propre, l'on pénètre plus à fond dans leur nature vraie, qu'indique leur affinité tinctoriale. Ces données complètent ainsi très utilement celles fournies par le fer.

J'ai usité surtout le procédé suivant : coloration de coupes fines, vingt-quatre heures dans l'éosine à 1 % très légère décoloration à l'alcool; coloration trente à soixante secondes au bleu de Kühne (bleu de méthylène à 1 %, phéniqué à 1 %).

On différencie à l'alcool et monte au baume.

Telles sont les différentes méthodes qui m'ont servi à effectuer mes recherches. Je les ai toujours employées simultanément, n'acceptant un résultat fourni par l'une d'elles comme certain, que lorsque les autres venaient le confirmer. De cette façon, on se met, me semble-t-il, autant que possible, à l'abri des erreurs de technique, qui pourraient entraîner dans une fausse voie. Et les données, venant s'ajouter et se corroborer, jettent une lumière toute nouvelle sur des faits qui parfois resteraient obscurs, si l'on cherchait à les interpréter par des images obtenues au moyen d'une seule méthode.

CHAPITRE IV

LE RENFLEMENT CAUDAL DE LA MOELLE DES POISSONS

HISTORIQUE. — C'est E. H. WEBER, en 1827, qui, le premier, signala un renflement à l'extrémité caudale de la moelle épinière des poissons. Ses observations portèrent sur la carpe, l'anguille et le silure et se bornèrent, du reste, à constater la présence de cette formation sans se prononcer sur sa structure, ni sa signification. C'est seulement dans un travail de STILLING, en 1859, que nous voyons en parler avec quelques détails. STILLING la décrit chez le barbeau et chez le brochet. « Chez le barbeau, la moelle ne présente aucun filament terminal, mais se termine en un renflement en forme de boule, qui se trouve dans la dernière vertèbre caudale. Chez un animal d'un pied et demi de long, il est épais de deux millimètres. En l'étudiant à la loupe, on voit que la moelle s'entr'ouvre par l'écartement des cordons blancs et que l'espace qui en résulte est comblé par du tissu gélatineux, tout comme le sinus rhomboïdal des oiseaux ». Chez le brochet, STILLING trouve, dans le renflement, des fibres fines et des masses

granuleuses arrondies. Ce ne serait pour lui ni un organe électrique, ni le résultat de l'accroissement et de la transformation gélatineuse de la substance grise de la moelle, ni une glande coccygienne. Ce n'est, on le voit, qu'une étude superficielle et bien imparfaite que STILLING a faite du renflement caudal.

RAUBER, en 1875, reprit cette question dans son travail sur les derniers nerfs et ganglions spinaux et l'aborda avec plus de détails :

« Le renflement se trouve, sans doute, chez tous les poissons hétérocerques; il est situé dans l'angle d'inflexion ouvert en haut de la colonne vertébrale. Son développement est assez tardif, on ne le trouve pas chez l'alevin de truite de deux centimètres. Chez le barbeau et la carpe, c'est un organe bilobé et suspendu à la face ventrale de la moelle déjà très amincie. Sur une coupe transversale, on note que le prolongement de la moelle se trouve sur le dos de l'organe. Tous deux sont séparés l'un de l'autre par une cloison fibreuse. Une lame fibreuse perpendiculaire, n'occupant pas toute l'étendue de l'organe, le sépare lui-même incomplètement en deux lèvres. Ces cloisons partent de l'enveloppe fibreuse. Le canal central élargi est à sa place habituelle sur la face dorsale de la moelle. Les restes de la substance grise, situés de chaque côté du canal central, sont formés de tissu spongieux ordinaire, avec de nombreuses grandes et petites cellules nerveuses possédant de grands noyaux. La substance blanche est réduite de chaque côté à deux faisceaux. Dans la substance de l'organe, on remarque une grande richesse en réseaux vasculaires, alors que l'on ne voit pas de vaisseaux plus

gros afférents. Le réseau vasculaire se compose de mailles larges ou étroites, rondes ou polygonales. Le tissu propre de l'organe est en connexité directe avec l'adventice des capillaires et des plus gros vaisseaux. C'est un reticulum de tissu conjonctif très fin, qui possède des noyaux aux points nodaux et du sérum dans les lacunes. Ça et là, se trouvent dispersés quelques corpuscules lymphatiques. Le reticulum n'est pas seulement en rapport avec les cloisons fibreuses, mais aussi avec le tissu spongieux de la moelle même. En dernier lieu, viennent quelques cellules nerveuses; on trouve aussi de vraies cellules pigmentaires.»

Pour RAUBER, par conséquent, le renflement serait, avant tout, de nature conjonctive. Et l'explication que l'auteur allemand donne de son rôle semble assez bizarre, tout au moins finaliste : le renflement caudal aurait pour but d'amortir, en guise de coussinet, les secousses de la nageoire caudale qui seraient transmises à la moelle.

SAINT-RÉMY, dans ses recherches sur la portion terminale du canal de l'épendyme, consacre quelques pages à la moelle des poissons et signale à nouveau le renflement. Il démontre qu'on doit le distinguer du ventricule terminal des mammifères; quant à sa structure, il le considère comme formé pour une faible partie par la moelle et pour l'autre par un tissu conjonctif extrêmement riche en vaisseaux capillaires, avec lequel se continue la pie-mère.

PRENANT, dans son traité d'embryologie, à propos du filum terminal, est amené à parler du renflement caudal des poissons. Il confirme sa présence chez l'alevin de truite ainsi que celle d'un mince filum lui faisant suite.

Depuis cette époque, c'est-à-dire depuis 1896, le renfle-

ment est tombé dans l'oubli, et les traités de zoologie ou d'anatomie comparée même ne le citent pas. Aussi, je crois bon de consacrer quelques pages à la présence de cette formation dans la série des poissons et à son anatomie microscopique.

Mes premières observations ont porté sur la carpe. Mais, à l'occasion d'un court séjour dans la Côte-d'Or et, en grande partie, grâce à l'obligeance de M. le Professeur TOPSENT, à sa situation aquicole de Saint-Jean de Losne, j'ai eu entre les mains un nombre assez considérable d'espèces de poissons. J'ai pu, de la sorte, prélever et fixer le renflement chez des individus différents, et me rendre compte approximativement dans quels groupes sa présence était constatable. Ce sont, bien entendu, seulement des téléostéens que j'ai pu examiner. Voici la nomenclature des espèces, groupées par famille :

PHYSOSTOMES. — I. Cyprinidés.

1. *Cyprinus carpio.*
2. *Tinca fluviatilis.*
3. *Abramis brama.*
4. *Chondrostoma nasus.*
5. *Alburnus lucidus.*
6. *Leuciscus rutilus.*
7. *Squalius leuciscus.*
8. *Barbus fluviatilis.*

II. Salmonidés.

1. *Trutta fario.*

III. Esocidés.

1. *Esox lucius.*

IV. *Murénidés.*

1. *Anguilla vulgaris.*

Chez tous ces animaux, j'ai pu constater la présence du renflement et je crois que l'on peut ériger en règle générale sa présence chez les physostomes. Chez les acanthoptères, la faune de la Saône étant assez pauvre à ce point de vue, je n'ai pu examiner que *Perca fluviatilis* (*Percides*) chez lequel j'ai fait une constatation analogue.

Chez les anacanthines, au contraire, je pense que le renflement n'existe pas. Il manquait, en effet, chez *Lotta vulgaris* et chez *Merlangus vulgaris* tous deux de la famille des Gadidés.

De ces faits, il semble résulter que le renflement existe chez les poissons hétérocerques (que cette hétérocerquie soit cachée ou réelle) et qu'il manque, au contraire, chez les homocerques.

Les alevins de différentes espèces que j'ai examinés étaient tous trop âgés. Chez tous, le renflement existait déjà, de sorte que je n'ai pu avoir aucun renseignement utile au sujet de son développement.

L'extraction de l'extrémité caudale de la moelle est une opération délicate. J'ai procédé dans mes recherches de la manière suivante. Après avoir sectionné la queue de l'animal, je débarrassais la colonne vertébrale des masses musculaires latérales et, de quelques coups de ciseaux, je faisais sauter les lames qui ferment la gouttière neurale. A ce moment, la moelle étant à nu, je plaçais la pièce dans une quantité assez considérable de fixateur et j'attendais un ou deux jours pour extraire la moelle. Si je ne prenais pas la précaution de fixer la moelle *in situ*, après avoir

ouvert la gouttière, et que je procédasse extemporanément à son extraction, étant donnée la lenteur exigée par la délicatesse de la préparation, il y avait un commencement de dessiccation et toutes les cellules nerveuses se montraient rétractées, mal fixées.

Anatomie microscopique. — J'en arrive à l'anatomie microscopique du renflement, qui nous permettra, avant de passer à son étude cytologique, une orientation plus facile et nous donnera une vue d'ensemble indispensable.

Si l'on examine la moelle que l'on vient d'extraire de la gouttière neurale, on voit qu'elle s'effile au niveau des dernières vertèbres caudales et au niveau de la dernière, au point où la colonne s'infléchit pour former l'urostyle, elle se renfle brusquement en un petit organe dont la plus grosse masse est située ventralement. Sa teinte blanche et mate tranche sur la coloration grisâtre du reste de la moelle. Les enveloppes méningées relient assez solidement ce renflement à la petite cavité qu'il occupe, creusée dans le corps de la dernière vertèbre. On remarque qu'à sa suite, comme l'avait déjà signalé PRENANT, se trouve un mince filum, résistant, qui s'étend d'un bout à l'autre de l'urostyle, dans une gouttière ménagée à cet effet. Chez une carpe de cinquante centimètres, le renflement proprement dit mesurait quatre millimètres de longueur sur trois d'épaisseur et le filum qui lui faisait suite atteignait deux centimètres et demi.

Si l'on passe à l'étude de coupes transversales, déjà à un faible grossissement, et sur toute la longueur de l'organe, on se rend compte que le renflement caudal est formé de deux portions : l'une dorsale, nerveuse, qui n'est d'ail-

leurs que la continuation de la moelle, l'autre ventrale comme suspendue à la portion nerveuse, d'aspect réticulé et formé presque uniquement de névroglie, comme je le montrerai plus loin.

L'ensemble de ces deux portions est enveloppé par



Fig. 1. — Vue d'ensemble d'une coupe transversale de la partie moyenne du renflement de *Cyprinus carpio* X 100.

la pie-mère, qui envoie des tractus conjonctifs pénétrant le renflement, de telle sorte que la portion nerveuse se trouve plus ou moins séparée de la portion névroglie. Cette séparation est d'abord complète, puis à mesure que

la portion ventrale se développe, des faisceaux de fibres névrogliales mettent en communication les deux portions et l'on ne voit plus bientôt qu'un trousseau conjonctif médian, développé, contenant un gros vaisseau et s'étendant, suivant l'axe de la moelle, sur toute la longueur de l'organe.

La figure 1, qui représente une coupe transversale passant par la partie moyenne du renflement permet de se rendre compte de ces dispositions. La pie-mère contient de nombreuses cellules pigmentaires et les prolongements qu'elle envoie sont abondamment vascularisés.

PORTION DORSALE OU NERVEUSE. — Nous avons vu qu'à l'œil nu, le renflement se montrait précédé d'une portion légèrement amincie de la moelle. En examinant des coupes en série, on se rend compte que la moelle va effectivement en s'amincissant progressivement et que, à sa face ventrale, vient s'appliquer la portion névrogliale, à laquelle seule est dû le renflement observé. La partie nerveuse n'entre pour rien dans l'épaississement du segment caudal de la moelle, elle diminue, au contraire, progressivement d'importance, pour se terminer en un très mince filum qui, nous l'avons vu, fait toujours suite au renflement et représente la partie toute terminale et non développée de l'axe nerveux.

Étudions successivement ce que deviennent les différents éléments de la moelle : canal épendymaire, substance grise et cordons blancs.

Dans la partie qui précède le renflement, le canal épendymaire est central et se montre très allongé d'avant en

arrière. A l'origine du renflement, il se rapproche de plus en plus de la périphérie dorsale et s'applique contre la pie-mère avec laquelle l'épithélium épendymaire est quelquefois directement en rapport (TINCA). La substance grise qui a diminué progressivement d'importance se réduit à deux groupes de cellules nerveuses, situées latéralement à droite et à gauche du canal de l'épendyme. La substance blanche ne forme plus à l'origine du renflement que deux cordons. Une ou deux racines nerveuses sortent encore à ce niveau et dans tout le reste de l'organe, la substance blanche se compose seulement de quelques fibres nerveuses répandues çà et là.

PORTION VENTRALE OU NEVROGLIQUE. —

C'est elle qui forme le corps et la substance même du renflement. Elle est tout entière située ventralement, ce qui explique que la moelle, vue en place par sa face dorsale, ne présente aucune particularité. Comme nous l'avons vu, elle se trouve plus ou moins séparée de la portion nerveuse par les prolongements de la pie-mère, au moins à son origine, car dans la partie moyenne elle entre en connexion avec cette portion de chaque côté de l'axe conjonctif décrit plus haut. La pie-mère envoie à son intérieur des tractus, qui forment une sorte de charpente. Cette charpente se montre occupée par un système de mailles avec des prolongements extrêmement fins. Mais, sur la plupart des pièces, ce qui frappe tout de suite, même avec un grossissement faible, à l'examen de cette portion, c'est la présence d'un nombre assez considérable de boules de tailles variables, depuis l'aspect d'un grain microscopique jusqu'aux dimensions de 30 à 40 μ , formant

alors de véritables flaques. Ces boules occupent le système de mailles; l'hématoxyline ferrique les colore intensément, ce qui contribue à donner au tissu sur la préparation un aspect particulier. Le nombre de ces boules varie d'ailleurs suivant la région du renflement où passe la coupe et suivant les individus observés. C'est généralement dans la région moyenne, la plus épaisse, que ces boules se montrent en plus grand nombre. Elles occupent alors toute l'épaisseur du renflement. Aux deux extrémités, elles se localisent à la périphérie. Cette description convient à un type général, mais j'ai pu, à côté, observer des renflements, où aucune boule n'était visible. Par contre, le système qu'occupent ordinairement ces formations montrait un nombre considérable de vacuoles, comme s'il y avait eu une disparition de toutes les boules, et de fait j'ai observé des renflements où existaient à la fois boules et vacuoles.

Les vaisseaux sont nombreux; ils sont tous contenus dans les prolongements conjonctifs envoyés par la pie-mère. L'axe de vascularisation est représenté par une grosse veine et une artériole qui accompagnent l'axe conjonctif.

ETUDE HISTOLOGIQUE. — Nous arrivons maintenant à la partie histologique proprement dite de l'étude du renflement. L'examen de coupes colorées par les méthodes spécifiques de la névroglie nous montre que ce sont uniquement des éléments névrogliaux qui en constituent la structure propre. Aussi je vais examiner la disposition et la forme de ces éléments et j'étudierai

ensuite le rôle qu'ils paraissent jouer dans la formation des boules décrites plus haut.

RAMON Y CAJAL, dans son histologie du système nerveux des vertébrés, déclare que chez les poissons la névroglie n'existe pas; ce sont les prolongements des cellules épendymaires qui en tiennent lieu. « L'unique névroglie, dit-il, est un épithélium très long, qui revêt les cavités ventriculaires. Ses cellules adossées à la cavité ont un corps ovoïde et présentent de longues tiges avec excroissances et des bouquets de branches périphériques ». Cette assertion, que l'on trouve répétée dans un grand nombre de manuels d'histologie, me paraît pour le moins excessive. ERIK MÜLLER a fait sur la névroglie des poissons en général et des téléostéens en particulier, une étude consciencieuse et fort documentée. Ses images sont belles et très démonstratives.

Les figures que j'ai observées sur mes préparations m'empêchent de douter un seul instant de la réalité de ces faits : il existe bien réellement chez les poissons osseux une névroglie indépendante des cellules du canal épendymaire.

ERIK MÜLLER étudie séparément la névroglie de la substance blanche et celle de la substance grise. La première comprend des fibres horizontales et des fibres verticales. Le tout forme un système disposé autour des fibres à myéline. De place en place, on aperçoit les noyaux plus ou moins abondants. Dans la substance grise, on trouve deux sortes de fibres, les unes grossières, les autres fines. Les plus grosses ont un aspect rigide caractéristique et montrent parfois des divisions longitudinales. Tels sont,

rapidement présentés, les éléments qui constituent la névroglie chez les poissons. Dans le renflement caudal de la moelle, j'ai pu observer les uns et les autres de ces éléments, mais la plus grande partie des cellules névrogliales présentent la particularité de posséder un protoplasma assez développé, ce qui les rapproche des cellules névrogliales jeunes ou astroblastes.

Je n'insiste pas sur l'histologie fine de la portion nerveuse du renflement, qui ne présente rien de particulièrement intéressant pour le sujet qui m'occupe et j'arrive à l'étude de la portion ventrale, de la portion proprement névrogliale.

Elle comprend, nous l'avons vu, une charpente constituée par des travées conjonctives que la pie-mère envoie à son intérieur, et dans cette charpente sont disposés les éléments névrogliaux ainsi que quelques vaisseaux. Les éléments névrogliaux sont des cellules à protoplasma développé, que je viens de signaler. Elles présentent, dans ce protoplasma, des granulations sur l'étude desquelles j'aurai à insister tout à l'heure. Pour l'instant, je m'attacherai à la description des fibres.

Aux cellules de la portion ventrale se rattachent deux principales variétés de fibres : les unes fines, délicates, qui s'entrecroisent en tous sens, de façon à donner dans l'ensemble l'impression d'un réseau, d'un lacis, dans lequel on trouve les corps cellulaires. Ce système est renforcé par de grosses fibres, véritables poutres névrogliales, dont la disposition radiaire constante est remarquable. Ces grosses fibres me paraissent analogues à celles signalées par ERIK MÜLLER dans la substance grise. Elles sont peu ondulées

et leur aspect rigide est caractéristique. Elles ont jusqu'à sept μ de diamètre. Assez fréquemment, elles présentent à l'une de leurs extrémités une fissuration longitudinale, comme en a aussi décrit MÜLLER. Des fibres de moyen calibre, intermédiaires entre les fibres délicates et les grosses poutres peuvent être observées çà et là. Toutes ces fibres appartiennent aux cellules à protoplasma développé, que je signalais un peu plus haut et qui forment la partie constituante de la portion ventrale du renflement.

En examinant une série de coupes transversales, on se rend compte que, au niveau des extrémités antérieure et postérieure, ces seuls éléments existent, mais que, dans la partie moyenne, ils se localisent à la périphérie et au centre, tandis que l'on voit des faisceaux de fibres, véritables ponts névrogliaux, courir de chaque côté de l'axe médian; ces ponts, je le répète, unissent la portion dorsale et la portion ventrale. Ils sont formés de fibres névrogliales, analogues à celles que l'on rencontre dans les autres régions de la moelle, mais qui sont à peu près toutes parallèles les unes aux autres et disposées dans un plan perpendiculaire à l'axe de la moelle, de façon à former des faisceaux. On aperçoit parmi ces fibres quelques rares cellules, qui sont réduites presque au noyau (KERNZELLEN). La disposition de ces faisceaux de fibres est facile à comprendre sur la figure, qui représente une coupe transversale passant par la partie moyenne.

Toutes les fibres, quelles qu'elles soient, n'entrent d'ailleurs jamais en continuité directe avec le protoplasma des cellules; elles en sont indépendantes, complètement émancipées.

Je passe à l'étude du corps cellulaire, c'est-à-dire du noyau et surtout du protoplasma, qui nous retiendra plus longtemps.

Nous avons vu, tout à l'heure, que ce qui donnait à la portion ventrale son aspect caractéristique, c'était la présence de nombreuses enclaves, de boules, qui vont même jusqu'à former des flaques assez étendues. J'ai montré que la quantité et la taille de ces boules étaient d'ailleurs variables, suivant les individus et suivant les régions observés. Elles sont toutes situées dans la portion des cellules à protoplasma développé et sont placées dans les mailles du facis produit par l'enchevêtrement des fines fibres névrogliales, qui forment autour d'elles un feutrage plus ou moins abondant. Les réactions tinctoriales de ces enclaves sont des plus nettes. L'hématéine, l'hématoxyline ferrique et celle de Mallory, le bleu de méthylène, le bleu de Victoria (quand on ne différencie pas trop par le xylol-analine) les colorent électivement : c'est dire qu'elles sont basophiles. Vis à vis de l'acide osmique, elles ne donnent aucune réaction et elles ne sont solubles dans aucun des réactifs usuels.

L'étude cytologique, que je vais aborder maintenant, va nous renseigner sur l'origine de toutes ces formations, sur leur élaboration, sur leur édification.

Les cellules que l'on observe dans la région que j'étudie, comme la plupart des éléments en général et surtout les éléments nerveux des téléostéens, sont de taille restreinte, ce qui contribue à rendre leur étude cytologique assez difficile, étant donné d'autre part que leur fixation parfaite est assez rarement réalisée. Ce qui les caractérise c'est, je l'ai déjà dit, qu'à la différence des cellules névrogliales ordi-

naires, elles possèdent un protoplasma développé. Les contours de ce protoplasma sont irréguliers, tantôt ovales ou arrondis, tantôt étoilés, présentant des prolongements. De fines fibrilles névrogliales devenues indépendantes, traversent le corps cellulaire. Dans la portion centrale, on voit un noyau unique et arrondi, contenant des granulations de chromatine, mais dont le nucléole, peut-être en raison de la petitesse des éléments, est difficilement observable.

Ce qui caractérise essentiellement ces cellules, ce sont les granulations que contient leur protoplasma. Elles sont réparties dans le corps cellulaire, quelquefois se groupent le long d'une fibre qui le traverse. Leur taille est très inégale. Depuis des granules punctiformes, on a tous les intermédiaires jusqu'à des grains volumineux qui atteignent et dépassent le volume du noyau. Toutes ces formations se colorent en noir intense par l'hématoxyline ferrique.

Lorsque, par suite de son accroissement, le grain a acquis une taille suffisante, d'intra-cellulaire qu'il était, il devient extra-cellulaire. Ce sont les boules que l'on observe déjà à un faible grossissement. Soit que la cellule qui leur a donné naissance dégénère, soit qu'elle continue à fonctionner, plusieurs boules ainsi sorties deviennent confluentes, et c'est là l'origine des flaques que l'on observe, flaques qui peuvent arriver à occuper des espaces étendus. J'ai signalé que l'on observait des renflements où toutes ces formations, toutes ces enclaves pouvaient manquer et se trouvaient remplacées par des mailles vides, par de véritables vacuoles. Je suppose que ce stade correspond à une modification chimique et physiologique des produits qui

ont été élaborés par les éléments névrogliaux et sont transformés en une substance labile.

Il s'agit évidemment là d'un processus de sécrétion et ces faits sont assez à rapprocher de ceux que NAGEOTTE a signalé dans la moelle du lapin et que j'ai rappelés dans un précédent chapitre. Mais ils prennent chez les poissons un développement considérable, la névroglie de cette région nous apparaissant comme très active.

Les vaisseaux sont abondants dans cette région. Un certain nombre de cellules se montrent chargées de pigment, mais je crois pouvoir affirmer que toutes les cellules, qui présentent ces grains pigmentaires, sont situées dans les travées envoyées par la pie-mère, et qu'elles se rattachent donc au tissu conjonctif.

La méthode à l'éosine-bleu de KÜHNE fait également voir des cellules éosinophiles très nettes, mais qui ne sont pas constantes dans tous les renflements. Elles sont pour la plupart situées au bord des vaisseaux, sont paravasculaires. On rencontre également quelques mastzellen.

Le renflement caudal de la moelle des poissons nous apparaît ainsi comme un organe où la névroglie s'est hautement développée, où cette névroglie se montre active, capable de phénomènes formateurs qui se manifestent ici par l'apparition de grains dans le protoplasma.

Il ne faut pas songer, comme le voulait STILLING, à rapprocher ce renflement du sinus rhomboïdal des oiseaux. Ces deux organes n'ont ni le même siège, ni la même disposition et leur histologie est bien différente, comme me l'ont appris le mémoire de G. IMHOR sur la moelle lombaire

des oiseaux et les coupes de sinus rhomboïdal que j'ai pratiquées afin d'avoir un terme de comparaison personnel.

Ce n'est pas non plus une formation conjonctive, comme le pensaient RAUBER et SAINT-RÉMY. C'est encore une fois un organe névroglie et par beaucoup de caractères, je serais tenté de le rapprocher des formations également névroglie que l'on rencontre à l'autre extrémité de l'axe nerveux, comme le lobe nerveux de l'hypophyse et la glande pinéale.

CHAPITRE V

GLANDE PINÉALE

HISTORIQUE. — J'en arrive à l'exposé de mes recherches personnelles concernant la glande pinéale. S'il est un organe dont l'histologie est restée longtemps méconnue, à été l'objet de nombreuses controverses, c'est bien celui en question. Les théories les plus diverses, voire les plus étranges, ont été émises sur sa signification, et même avec les progrès de la technique histologique l'accord ne s'est pas fait sur la structure de cette intéressante formation. Mlle DIMITROVA, dans la thèse qu'elle a consacrée à ce sujet, fait un historique très détaillé et pour ce qui concerne les travaux antérieurs à cette date (1901) et je me contenterai de rappeler ici rapidement les diverses opinions qui ont eu cours. On a considéré l'épiphyse comme une formation analogue aux ganglions lymphatiques (HENLE); pour d'autres, c'était un organe nerveux, comprenant à la fois fibres et cellules nerveuses et là se place l'interprétation qui en fait l'homologue de l'œil pinéal des lacer-tions, déchu et atrophié (LUYS, LEYDIG, KRAUSE, MEYNERT, DARKSCHEWITSCH, CAJAL et d'autres); enfin pour KRAUS-

HAAR l'épiphyse n'est qu'un appendice conjonctif du cerveau.

C'est CIONINI qui, le premier, a vu la véritable nature névroglie des éléments qui constituent la glande pinéale. EDINGER et ELLENBERGER se déclarent d'un avis semblable. GALEOTTI, étudiant l'épiphyse du lapin, aboutit à des conclusions intéressantes sur le mécanisme de la sécrétion qu'il prête à cet organe. Je reviendrai plus longuement sur ces points à propos des questions soulevées par mes observations personnelles, de même que sur les conclusions principales du travail de Mlle DIMITROVA, que je reprendrai et examinerai à ce moment en détail. Je me contente de signaler à cette place ce travail qui marque un pas important dans les progrès de nos connaissances, car il établit de façon certaine la nature indiscutablement névroglie de la glande pinéale.

Depuis lors, quelques articles ont paru sur cet organe. ANGLADE et DUCOS, dans une petite note, confirment sa nature névroglie, mais ils estiment qu'il y a aussi probablement des éléments cellulaires d'autre nature. Ils signalent la constance des concrétions chez l'homme et la présence fréquente de cavités à parois névroglies. CAJAL, dans son traité de l'histologie du système nerveux des vertébrés, continue à soutenir l'absence complète d'éléments névroglies.

CUTORE a publié un travail où il étudie, au point de vue anatomique et anatomo-microscopique, la glande pinéale chez un certain nombre de mammifères et il conclut : « un organe de structure aussi complexe, composé de névroglie, de tissu épithélial et lymphatique, aussi richement vascu-

larisé, possédant des cavités, des cellules pigmentaires, des concrétions calcaires ne peut être considéré comme en voie de régression, mais il a, au contraire, beaucoup de caractéristiques qui autorisent à lui attribuer la signification d'un organe glandulaire à sécrétion interne ». FAVARO pense également qu'il est impossible d'assimiler l'épiphyse des mammifères à l'œil pinéal des reptiles.

GALASESCU et URECHIA, dans une note à la Société de Biologie, appellent l'attention sur des cellules acidophiles, abondantes, qu'en raison de leur situation au voisinage des vaisseaux, ils nomment para-vasculaires et auxquelles ils tendent à faire jouer, bien problématiquement me semble-t-il, un rôle sécrétoire. Ces éléments n'ont d'ailleurs rien à voir avec la névroglie; comme je le montrerai, ce sont des éléments éosinophiles banaux.

VUE GENERALE. — Je n'ai pas l'intention d'étudier en détails la structure de la glande pinéale; elle est aujourd'hui à peu près établie. J'ai choisi l'épiphyse comme un organe contenant en abondance des cellules névrogliques qui se prêtaient facilement à une étude cytologique, et tel est le but de mon travail. Cependant avant d'aborder cette étude, je crois bon de donner un coup d'œil général sur l'ensemble de l'organe.

Mes recherches ont porté sur une glande pinéale d'homme, supplicé dans la force de l'âge et en état de parfaite santé; c'est elle que j'aurai sans cesse en vue dans mes descriptions. J'ai également étudié la glande pinéale d'un macaque, mais elle présentait un intérêt beaucoup moindre et je n'en parlerai qu'incidemment.

D'après les auteurs, l'épiphyse se compose essentiellement d'un parenchyme plus ou moins divisé en lobules par des cloisons conjonctives, parcourues par des vaisseaux sanguins et des lacunes lymphatiques. Dans les glandes pinéales que j'ai eues sous les yeux, le tissu conjonctif était assez peu développé, quoiqu'il le fût davantage dans la glande de Macaque, mais il n'y avait pas à proprement parler de lobules; les travées conjonctives ébauchaient à peine cette division. Les vaisseaux sont nombreux; un élément qu'on a décrit comme caractéristique de la grande pinéale, c'est ce qu'on est convenu d'appeler le sable cérébral, c'est-à-dire les concrétions calcaires. Certaines de ces concrétions arrivent à être visibles à l'œil nu, et leur aspect mûriforme montre qu'elles sont formées de la coalescence de plusieurs autres concrétions plus petites. Très abondantes sur mes préparations de glande pinéale d'homme, elles manquaient absolument chez le Macaque.

Le parenchyme lui-même est formé par des cellules névrogliales nombreuses entre lesquelles les fibres apparaissent très abondantes et irrégulièrement distribuées. Il est à noter que, dans quelques régions, les cellules se font rares, alors que les fibres prennent un développement extraordinaire. C'est ce que Mlle DIMITROVA a appelé des « noyaux névrogliaux ». Ces noyaux paraissent en nombre variable, deux ou trois en général, et leur situation n'est pas non plus fixe; fréquemment, chez l'homme, ils entourent une grosse concrétion, autour de laquelle ils semblent avoir proliféré.

Fréquemment, à l'intérieur de ce parenchyme, on rencontre des cavités que Mlle DIMITROVA a signalées. Certaines de

ces cavités ont leur lumière tapissée d'éléments tantôt cubiques, tantôt plus ou moins cylindriques, rangés parfois en un épithélium très régulier. Mlle DIMITROVA émet l'hypothèse que ces cavités, véritables culs-de-sac, représentent les vestiges du bourgeonnement primitif. Mais à côté, on remarque des cavités que le même auteur avait notées chez le mouton et qui pour elles sont des cavités probablement lymphatiques. J'ai observé sur l'épiphyse humaine des cavités analogues et elles me semblent à rapprocher des formations que M. le docteur SOYER a vues dans le lobe nerveux de l'hypophyse et qu'il a bien voulu me montrer sur ses excellentes préparations. A l'intérieur de ces cavités, on trouve des éléments névrogliaux, surtout des fibres qui paraissent y flotter librement. Toutes ces cavités manquaient chez le Macaque.

Dans le parenchyme, on rencontre également des cellules éosinophiles surtout abondantes au voisinage des vaisseaux, comme GALASESCU et URECHIA l'ont remarqué. Ces éléments ont, je crois, été confondus par Mlle DIMITROVA avec les cellules névrogliales proprement dites. Elle observe, en effet, des cellules névrogliales à protoplasma uniformément granuleux, qui, d'après sa description, correspondent tout à fait à ces éléments. Je n'ai pas retrouvé, comme je l'indiquerai dans un instant, de cellules névrogliales à protoplasma granuleux sur mes coupes; mais la méthode éosine-bleu de KÜHNÉ, précieuse à ce point de vue et qui n'a pas été employée par Mlle DIMITROVA, fait apparaître nettement les granulations éosinophiles. Les cellules n'ont pas la forme des éléments névrogliaux et n'ont pas non plus de rapport avec les fibres névrogliales. Elles sont généra-

lement arrondies, se trouvent isolées ou par groupes et souvent on en voit dans la gaine lymphatique périvasculaire de ROBIN, qui là comme dans les centres nerveux entoure les vaisseaux, ou à l'intérieur de la lumière même de ces vaisseaux. Ce sont des éléments du tissu conjonctif et il importe de les séparer des cellules névrogliales, sous peine de prêter à de fâcheuses confusions. On trouve également, dans certaines régions de la glande, des mastzellen abondantes, que CUTORE a du reste signalées.

Je n'ai jamais rencontré de cellules nerveuses dans le corps même de la glande pinéale.

ETUDE CYTOLOGIQUE DES ELEMENTS NEVROGLIAUX. — Sans insister davantage sur les autres éléments, je passe maintenant à l'étude cytologique des cellules et des fibres névrogliales.

Les éléments névrogliaux de la glande pinéale nous offrent à considérer des corps cellulaires, comprenant le protoplasma et le noyau, et des fibres différenciées. Je commencerai par l'étude du corps cellulaire.

Les cellules névrogliales de la glande pinéale, comme les cellules que nous avons vues tout à l'heure dans le renflement de la moelle des poissons, ont un protoplasma bien développé et ce caractère les distingue des cellules névrogliales ordinaires des centres nerveux qui, on le sait, ont un protoplasma très peu abondant, ce qui leur a valu, auprès des auteurs allemands, le nom de « kernzellen ». Les cellules de l'épiphyse ont gardé un caractère jeune et se rapprochent par l'abondance de leur protoplasma des astroblastes ou cellules gliogènes. Ce sont des éléments

évidemment actifs et capables, comme je le montrerai, de former de nouvelles fibres.

La forme de ces cellules est assez variable; elle est généralement irrégulière, présentant plusieurs courts prolongements, rarement ovale. Elles sont parcourues en tous sens par les fibres, mais sans montrer jamais avec ces fibres de continuité; les fibres ne paraissent jamais être le prolongement d'une cellule; elles sont complètement indépendantes.

Le protoplasma est toujours plus ou moins granuleux ou mieux grenu, car il ne s'agit pas là d'enclaves deutoplasmiques, de grains de ségrégation en évolution. Le processus, que j'ai décrit à propos du renflement des poissons et qui est là si constant et paraît dans certains éléments poussé au maximum, ce processus, qui consiste essentiellement en l'apparition de grains qui se réunissent en boules ensuite expulsées hors de la cellule, est ici nul ou à peine ébauché. A peine peut-on rencontrer dans le protoplasma de quelques éléments de petits grains électivement colorables par l'hématoxyline ferrique. Mais ces grains sont toujours en infime quantité et leur destinée ultérieure paraît s'arrêter là.

Mlle DIMITROVA a décrit à tort selon moi, des éléments bourrés de granulations. Il s'agit là vraisemblablement, comme je l'ai montré tout à l'heure, de cellules éosinophiles et quelque fois de mastzellen. Je n'ai jamais non plus rencontré d'éléments creusés de vacuoles. Peut-être Mlle DIMITROVA appelle-t-elle vacuoles les noyaux qui ont subi la dégénérescence vésiculeuse que je décrirai dans un instant; tout semble l'indiquer : « On croirait, dit-elle, autour de

ces vacuoles à la présence d'une membrane d'enveloppe ». C'est la membrane nucléaire. « Et souvent, ajoute plus loin Mlle DIMITROVA, on voit des granulations qui se colorent en noir par l'hématoxyline ferrique à leur intérieur. » Ce sont des restes de chromatine dans un noyau en voie de dégénérescence. Je reviendrai bientôt sur tous ces faits.

Quelques cellules montrent des grains de pigment, nettement reconnaissables; la réaction du fer que j'ai essayée, s'est montrée négative. Il s'agit donc très vraisemblablement là de mélanine.

Les noyaux sont des éléments superbes et particulièrement intéressants. Ici, c'est à leurs dépens que j'ai pu nettement observer qu'évoluaient les phénomènes formateurs; aussi leur étude me retiendra-t-elle un peu longuement. Ces noyaux sont volumineux; leur taille varie, en effet, entre dix et vingt microns. Leur forme est extrêmement variable. On rencontre des noyaux arrondis, ovales, allongés et l'on voit aussi des aspects bizarres, que Mlle DIMITROVA avait très bien décrits et que j'ai retrouvés chez le Macaque comme chez l'homme. On observe des noyaux en forme de rein, étranglés par leur milieu, en bissac, en fer à cheval; d'autres présentent de petits appendices en forme de crochet. On retrouve généralement ces figures par régions; c'est-à-dire qu'en certains points on n'en rencontrera aucune, tandis qu'elles abonderont sur d'autres points. A quoi sont liées ces formes étranges, à quoi correspondent-elles? Mlle DIMITROVA avait vu des boules, de véritables gouttelettes claires, intra-nucléaires se former et elle pensait que les formes dont je parle étaient dues à ce que la boule, s'étant adossée à la membrane nucléaire, se vidait

au dehors et disparaissait. Le noyau, du fait de cette perte de substance, présentait des encoches. Je n'ai jamais pu observer ces gouttelettes intra-nucléaires. A mon avis, le noyau joue bien un rôle, mais c'est plus spécialement au nucléole qu'il est dévolu. Je pense que beaucoup de formes étranges de noyaux sont dues, comme je l'expliquerai en étudiant le rôle du nucléole au passage ou à l'apparition de ce nucléole en dehors du noyau, mais je n'ai jamais pu voir de boules se former pour être ensuite déversées et disparaître dans le protoplasma. La grande majorité de ces formes de noyaux sont dues à des amitoses. On rencontre fréquemment deux noyaux très rapprochés l'un de l'autre comme s'ils venaient de se séparer et l'on trouve tous les intermédiaires jusqu'à ce stade. Les figures 2, 3 et 4 de la planche I montrent quelques phases de ces amitoses.

Quant à leur signification, elle me semble plus obscure. Etant donnée la dégénérescence à laquelle paraissent soumis bon nombre, sinon la totalité des éléments névrogliques de la glande pinéale, dégénérescence dont j'aborderai l'étude dans un instant, je pense qu'il faut interpréter ces amitoses comme des divisions assurant la multiplication des éléments. Je dois signaler que j'ai rencontré également une cellule qui présentait une figure de division indirecte, de mitose.

Au point de vue de leur chromaticité et de leur affinité tinctoriale, les noyaux sont nettement différents les uns des autres. Mlle DIMITROVA avait noté ce fait intéressant et elle avait établi trois catégories : 1° des noyaux clairs, à fines granulations chromatiques ; 2° des noyaux clairs à granulations plus grosses, qui les font paraître plus foncés.

Ces deux catégories possèdent un ou deux nucléoles; 3° des noyaux foncés, et, à son tour, cette catégorie se divisait en deux variétés : une première à grosses granulations sans nucléole et une deuxième où le noyau paraît homogène, uniformément coloré.

Il me paraît utile de revenir sur cette classification, d'abord pour la modifier et la compléter, ensuite parce qu'elle va me permettre de tracer le tableau de l'évolution dégénérative du noyau, que j'ai observée dans les cellules névrogliales de la glande pinéale.

J'ai établi cette sériation concurremment à l'aide de plusieurs méthodes : l'hématoxyline ferrique, l'hématoxyline de Mallory et l'éosine-bleu de Kühne, ce qui me permet de superposer les résultats.

Je distingue d'abord des noyaux sombres, très riches en chromatine, ce qui par le fer leur donne un aspect presque homogène; j'ai représenté un de ces noyaux dans la figure 5 de la planche I. Par l'éosine-bleu de Kühne, le noyau se montre avec de volumineuses masses de chromatine et un petit nucléole acidophile très net. Ces noyaux sont les plus petits de tous. Une seconde catégorie comprend des noyaux à aspect déjà plus clair, mais encore très riches en chromatine. Cette chromatine est répartie sous forme de granulations de taille et de nombre variables, mais un autre caractère permet de distinguer deux variétés dans cette catégorie. En effet, certains de ces noyaux présentent un nucléole très net et ce nucléole manque absolument dans les autres.

Enfin la troisième catégorie est constituée par des noyaux très appauvris en chromatine; à peine en aper-

coit-on à la périphérie, au voisinage de la membrane nucléaire, quelques grains. Le nucléole est toujours absent dans cette catégorie. Par l'éosine-bleu de Kühne et l'hématoxyline de Mallory, ces noyaux sont rosés, ce qui indique leur appauvrissement en matériel basophile, en chromatine; il semble qu'il ne persiste que le suc nucléaire. Il est intéressant de signaler que généralement, comme je le montrais déjà tout à l'heure au sujet des amitoses, les noyaux d'une même catégorie sont groupés dans une même région; et l'on trouve les intermédiaires avec les régions voisines.

D'autre part, et principalement au voisinage des cavités dont je rappelais l'existence plus haut en jetant un coup d'œil général sur la glande, et à la périphérie de cette glande, j'ai pu constater l'existence de petites vésicules, de taille un peu supérieure à celle d'un noyau. Ces vésicules paraissent encore souvent limitées par une membrane; elles sont arrondies ou ovales. Quelquefois, on peut voir autour d'elles un peu de protoplasma, mais le plus souvent elles sont libres au milieu d'un lacis développé de fibres névrogliques. Les vésicules sont homogènes, claires et sur les préparations à l'hématoxyline ferrique et à l'éosine se présentent avec une teinte rose jaunâtre (fig. 10 de la planche I). Par l'éosine-bleu de Kühne, elles présentent parfois une teinte encore bleuâtre, très pâle, très estompée.

La signification et l'origine de ces formations m'avaient tout d'abord intrigué, mais en examinant un grand nombre de coupes, j'ai pu acquérir la certitude qu'elles

représentaient le stade ultime d'une dégénérescence toute particulière du noyau.

J'ai insisté spécialement plus haut sur la sériation des noyaux, ce qui va me permettre d'exposer ici facilement les différentes phases de cette évolution dégénérative. J'ai pu entre toutes les catégories citées retrouver toutes les formes de passage. On assiste, en somme, à un appauvrissement progressif du noyau en chromatine. Le noyau perd son nucléole, et ce nucléole, nous le verrons bientôt, joue un rôle important hors du noyau; mais d'où résulte l'appauvrissement en chromatine, quelle peut être la cause de cette diminution? Est-ce le fait des amitoses nombreuses? Les noyaux en amitose peuvent appartenir à un quelconque des types que j'ai décrits.

Le noyau cède-t-il sa chromatine qui est ensuite utilisée à l'élaboration des fibres? Je reviendrai sur cette hypothèse assez vraisemblable en décrivant tout à l'heure les fibres névrogliales. Je rappellerai, à ce moment, les observations de BONOME, remarquant, dans l'histogénèse de la névroglie, des noyaux qui deviennent pâles et se tuméfient, faits non sans analogie avec ceux que je vais exposer.

Ces faits sont, par eux-mêmes, faciles à constater.

On observe, tout d'abord, des noyaux très riches en chromatine, d'une richesse peut-être au-dessus de la normale. A côté, on voit des noyaux toujours complets et correspondant au type normal, avec un nucléole et de la chromatine uniformément répartie sous forme de grains. Puis le noyau perd son nucléole et l'appauvrissement en chromatine commence à s'accroître. On arrive alors au

troisième type de ma sériation, noyaux possédant à peine quelques granulations chromatiques, riches surtout en suc nucléaire et, par suite, acidophiles. Les quelques grains de chromatine observables deviennent de plus en plus rares; ils sont situés immédiatement sous la membrane nucléaire et finissent par disparaître à leur tour. Dans le noyau ainsi en voie d'appauvrissement, on observe un léger réseau, qui forme comme une charpente à son intérieur et finit par disparaître aussi. La teinte rose se trouve remplacée par une teinte rose-jaunâtre et l'on arrive ainsi, par un nombre considérable d'intermédiaires, aux vésicules que je signalais plus haut. Pendant toutes ces phases, le noyau est allé en augmentant sensiblement de volume. Le protoplasma, qui entourait le noyau normal, a de son côté disparu petit à petit; si bien que lorsque le noyau atteint le stade ultime de ce processus, il se trouve isolé au milieu des fibres névrogliales ou garde plus rarement une très mince auréole de protoplasma autour de lui. Les dessins de la planche I qui montrent la sériation, feront comprendre plus aisément cette évolution.

Il s'agit là d'un processus dégénératif intéressant, d'une sorte de chromatolyse, qui amène le noyau à l'état d'une vésicule, à aspect colloïde, sans affinités tinctoriales précises, et l'isole au sein du reticulum de fibres névrogliales. Quel peut être le sort ultérieur de ces vésicules? Représentent-elles le résultat d'une simple dégénérescence nucléaire, ou sont-elles, au contraire, un produit utilisable par la suite; s'agit-il là, en un mot, d'un mode de sécrétion direct tout particulier? Là non plus mes recherches ne me permettent pas de formuler une hypothèse quel-

conque. La situation de ces vésicules au voisinage des cavités soi-disant lymphatiques, n'est pas une indication suffisante pour affirmer leur destinée.

En décrivant l'évolution du noyau, j'ai dit que ce noyau perdait son nucléole et j'ai laissé entendre que, hors du noyau, ce nucléole jouait un rôle important. C'est qu'en effet, de l'examen de mes préparations de glande pinéale humaine, j'ai pu acquérir la certitude que les concrétions calcaires si nombreuses et observées depuis longtemps par tous les histologistes, avaient toutes pour point de départ un nucléole. C'est ce phénomène et son évolution que je vais maintenant décrire. Sur les préparations à l'hématoxyline ferrique, ces faits sont déjà très visibles, mais ils deviennent particulièrement démonstratifs sur les coupes colorées à l'éosine-bleu de Kühne, car le nucléole se présente là avec ses caractères tinctoriaux caractéristiques, son acidophilie, et il devient aisé de suivre sa destinée.

GALEOTTI avait soupçonné que le noyau et que dans ce noyau le nucléole principalement devait jouer un rôle intéressant à un point de vue sécrétoire, par un mécanisme qu'il n'avait pu préciser. Mlle DIMITROVA est, en revanche, d'un avis contraire. Jamais elle n'a remarqué que le nucléole présentât la moindre modification, ni dans sa forme, ni dans ses dimensions et le rôle du nucléole lui semblait problématique.

J'ai décrit, en sériant les noyaux, ceux à l'intérieur desquels le nucléole était facilement visible et observable. On peut voir, dans quelques-uns de ces éléments, le nucléole subir une légère hypertrophie et se rapprocher de la membrane nucléaire. Les noyaux prennent alors des

formes bizarres, s'incurvent, se dépriment en un point, ayant l'aspect d'un haricot et dans l'encoche qui se forme par un quelconque de ses procédés, l'on voit apparaître un nucléole, en dehors du noyau, tout contre la membrane nucléaire. Chaque coupe ne montre d'ailleurs qu'un nombre assez limité de chacune de ces figures et généralement dans une même zone, de même qu'en certaines régions les concrétions sont totalement absentes (Pl. II, fig. 13 et 15).

La question qui vient immédiatement à l'esprit est de chercher la cause qui a pu déterminer la présence du nucléole en dehors du noyau, je ne dis pas sa sortie, ce mot a, en effet, un sens un peu étroit. Une réponse catégorique à cette question est difficile sinon impossible à faire et donnerait, en tout cas, lieu à bien des discussions. D'autres histologistes ont pu observer dans des éléments cellulaires divers la présence de nucléoles en dehors du noyau. LAGUESSE a vu que le *nebenkern* de la cellule pancréatique se forme aux dépens d'un nucléole.

CHAMPY a décrit des phénomènes analogues dans les spermatogonies des batraciens, conduisant à la formation des corps qu'il a appelés plasmopyrènes. Tout dernièrement, mon maître, M. le professeur PRENANT, a également observé, dans la rate de *Scyllium catulus*, des nucléoles extra-nucléaires. Pour interpréter ces phénomènes, on peut penser, et ce serait là le mécanisme le plus grossier, à une sortie pure et simple du nucléole; mais on chercherait à travers quel orifice se ferait cette issue, on pourrait se demander à voir dans la membrane nucléaire le trou où s'est effectué le passage. Une autre hypothèse, qui dans le

cas précédent paraît s'adapter assez bien aux faits, est celle d'une amitose, c'est-à-dire d'un clivage inégal du noyau, qui donne d'une part le nucléole et, d'autre part, tout le reste du noyau. LAGUESSE et CHAMPY, dans les faits que je viens de rappeler, expliquent l'issue du nucléole par une sorte de bourgeonnement du noyau. Peut-être enfin, sous l'influence de conditions physiques et chimiques toutes particulières, le nucléole devient-il capable de se former dans la concavité qu'en se déformant présente le noyau, contre la membrane nucléaire.

Quoi qu'il en soit, le nucléole se trouve exister en dehors du noyau, contre sa membrane d'abord; puis, on le voit grossir, il s'isole du noyau et finit par apparaître en plein protoplasma. Pendant ce temps, le noyau, qui était resté déprimé en face de lui, reprend peu à peu sa forme, mais il est désormais impossible d'observer à son intérieur un nouveau nucléole.

A partir de ce moment, le nucléole ainsi isolé dans le protoplasma va devenir le centre de précipitation de dépôts calcaires, en même temps que s'élaborera aux dépens du protoplasma le substratum organique qui leur est associé. Par l'éosine-bleu de Kühne, on peut rencontrer dans quelques cellules le nucléole rouge, qui s'entoure d'une couche mince et très irrégulière, colorée en bleu foncé et qui représente l'origine première de ce dépôt. De nouvelles couches vont ainsi se déposer, formées de sels de calcium associés à un substratum organique. A ce moment, la concrétion est formée. Elle n'est plus alors située dans une cellule, en raison de son volume excessif; elle est située entre les cellules, dans les travées consti-

tuées par les fibres névrogliales. Les concrétions paraissent plus nombreuses dans le voisinage des vaisseaux, sans doute uniquement par suite de la proximité plus grande du plasma sanguin, qui est l'élément convoyeur des sels de calcium, utilisés dans l'élaboration de ces concrétions. Ces dernières se présentent le plus généralement sur la coupe, sous la forme d'une cible; le nucléole représente le point central autour duquel sont disposés régulièrement des strates circulaires d'épaisseurs diverses et, sans doute aussi, de composition chimique un peu variable comme l'indiquent les différences de coloration entre ces strates successives. On rencontre également des concrétions où le développement des strates s'est fait de façon irrégulière à chacun des pôles du nucléole-centre et l'on a des aspects qui figurent assez bien le schéma d'un follicule de DE GRAAF de l'ovaire mûr, (Pl. II, fig. 18 et dans le texte fig. 2).

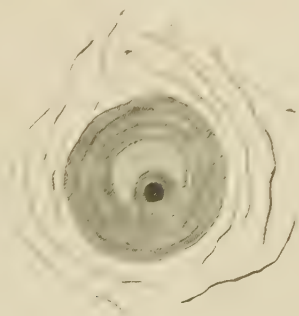


Fig. 2. — Concrétion calcaire de la glande pinéale de supplicé.

A mesure que la concrétion se développe, le nucléole perd peu à peu ses caractères primitifs d'affinité tinctoriale. Il devient un point sombre et souvent aussi il se

vacuolise, de telle sorte que le centre de la concrétion apparaît vide.

Autour de la concrétion en voie d'accroissement, les fibres névrogliques prolifèrent plus ou moins abondamment et il arrive de voir autour d'une concrétion un feutrage serré de fibres. Certaines concrétions atteignent un volume considérable et ce fait résulte alors de la réunion de plusieurs concrétions de plus petites tailles, comme le démontre leur aspect mûriforme. Autour de ces volumineuses concrétions, le tissu conjonctif à son tour prolifère fréquemment.

Si l'on essaie de résumer le processus de formation d'une concrétion, on voit qu'il s'agit d'un nucléole qui, dans des conditions non encore exactement déterminées, devient extra-nucléaire, devient un grain cytoplasmique présentant toujours les réactions du nucléole. Ce grain sert de centre de formation à un composé albumino-calcaire et à ce titre devient une enclave cellulaire. En se développant, cette enclave sort de la cellule et là évolue dans le réseau formé par les fibres névrogliques, pouvant fréquemment entrer en coalescence avec des concrétions provenant d'autres cellules, pour en former une plus volumineuse. En un mot, les concrétions sont d'origine nucléolaire.

Si maintenant, d'un coup d'œil général, l'on envisage les faits que je viens de décrire et qui intéressent le noyau, on voit qu'ils constituent, en somme, des phases successives dans l'histoire de ce noyau et, en manière de résumé, je les représente sous forme d'un schéma.

Noyaux sombres



Noyaux plus clairs à nucléole



Nucléoles



Concrétions



Noyaux sans nucléole



Noyau vidé



Vésicules



Chromatine



Fibres

Il s'agit là de toute l'évolution d'une cellule qui, après avoir perdu son nucléole, après s'être appauvrie en chromatine, termine cette évolution par un processus dégénératif tout spécial. Cette évolution semble assez lente, mais il est certain que, par son seul fait, l'épiphyse s'appauvrirait en éléments normaux, aussi les nombreuses amitoses, toujours visibles, me semblent jouer un rôle réel et efficace dans la reproduction des éléments du parenchyme de la glande pinéale.

Ayant étudié successivement le protoplasma et le noyau, j'arrive à la description des faits que mes observations m'ont indiqués comme intéressants au sujet des fibres révrogliales.

Dans la glande de supplicé qui a servi de base à mes recherches, ces fibres étaient très développées. Je dirai d'abord un mot de leurs rapports vis à vis des cellules. Elles se montrent toujours indépendantes. Je n'ai jamais

vu d'images, comme en représente Mlle Dimítrova, de prolongements cellulaires se continuant insensiblement par des fibres. Elles m'ont paru dans tous les cas complètement émancipées. Fréquemment elles traversent le protoplasma d'une cellule, mais sans jamais avoir avec lui aucun rapport de continuité, comme si elles s'étaient différenciées tout d'une coulée à son intérieur.

Obéissant à la loi que l'on vérifie dans les centres nerveux, les fibres et les cellules sont généralement en rapport inverse. Là où les cellules sont serrées, nombreuses, les fibres sont relativement plus rares, forment une gangue moins dense. A côté, au contraire, on voit des régions, que j'ai signalées sous le nom de « noyaux névroglifiques », où les fibres forment un lacin abondant et où les corps cellulaires se font rares. Ces lacin névroglifiques sont fréquents, je l'ai dit, aux environs des concrétions ayant atteint un certain développement.

Les fibres sont bien développées; leur calibre est assez gros et elles sont plus ou moins ondulées. Mais à côté de ces fibres normales, on peut observer, de place en place, de grosses fibres, véritables poutres assez analogues à celles que je signalais dans le renflement des poissons, quoi- qu'elles puissent être dirigées indistinctement dans toutes les directions, et qui atteignent un calibre énorme. Toutes ces fibres se colorent avec une grande électivité par les méthodes de LHERMITTE, de MALLORY, par l'hématoxyline ferrique. L'éosine-bleu de KÜHNE m'a fourni des résultats intéressants, confirmés par les méthodes de GIEMSA et de LEISHMAN, dont la discussion m'occupera maintenant. Cette méthode met, en effet, en évidence, deux variétés de

fibres, dont la réaction tinctoriale est différente. Déjà cette différence de chromatophilie s'indique avec le fer et le Mallory, mais elle devient des plus nettes avec l'éosine-bleu de Kühne. Certaines fibres sont basophiles, et, à côté, d'autres sont acidophiles, sont colorées électivement et intensément par l'éosine. On peut se demander tout d'abord s'il s'agit réellement là de fibres névrogliales et non pas de fibres élastiques, par exemple, en raison de l'aspect ondulé et gracieux de certaines d'entre elles. Mais ces fibres affectent vis à vis des cellules névrogliales des rapports qui ne peuvent laisser plus longtemps dans le doute leur nature véritablement névrogliale. Et à côté de fibres grêles, on en rencontre d'un calibre considérable, des poutres comme j'en signalais tout à l'heure. Ces fibres acidophiles peuvent être observées dans toutes les régions de la glande pinéale; il paraît cependant qu'elles soient un peu plus abondantes au voisinage des concrétions. Et, d'autre part, il est assez facile de constater que ces fibres rouges sont en rapport avec des cellules dont les noyaux se montrent riches en chromatine. (Pl. II, fig. 14.)

La glande pinéale nous apparaît comme un organe où de nouvelles fibres névrogliales s'élaborent sans cesse, où l'activité des cellules est toujours réelle et non plus virtuelle comme dans les autres portions du système nerveux. Et il y a lieu de penser que cet état acidophile des fibres névrogliales représente un état primitif, un état initial; leur plus grande abondance autour des concrétions d'un certain volume, où j'ai montré que les fibres proliféraient, en fournit une preuve. Ces fibres prennent, par la suite, les caractères basophiles habituels et il est vraisemblable,

sinon certain que c'est la chromatine nucléaire qui contribue à cet achèvement. Les noyaux des cellules en relation avec des fibres acidophiles se montrent, je le répète, toujours riches en chromatine et l'on assiste à un appauvrissement graduel et progressif des noyaux, que j'ai étudié en détails et qui est tout à fait en faveur de cette dernière hypothèse.

Le rôle du noyau dans l'élaboration des fibres a été entrevu par BOXOME, dans les faits qu'il a décrits au cours de son travail sur l'histogénèse de la névroglie. Dans les tout premiers stades de la formation du réseau névroglique, soit péri-épendymaire de la moelle, soit des hémisphères cérébraux, il admet, en effet, que les noyaux des cellules indifférentes et des jeunes spongioblastes forment un nouveau matériel de renforcement pour ce réseau.

« Une grande partie de ces noyaux, dit-il, est destinée à disparaître. En effet, ils deviennent pâles, par disparition de la chromatine, ils se tuméfient et peu à peu se désagrègent, fournissant des matériaux à la formation des travées du réseau. »

Enfin cette abondance, cette élaboration continuelle de fibres névrogliques me suggèrent une série de réflexions, à tendances plutôt philosophiques. Ce fouillis de fibres, la présence de grosses travées, de poutres névrogliques, que nous avons vues exister normalement dans les classes inférieures de vertébrés, rappellent assez l'aspect de la névroglie dans certains cas pathologiques, comme le tabes ou la syringomyélie. On sait, d'autres parts, que les pédoncules antérieurs de la glande pinéale ou habenale vont se mettre en rapport par leurs fibres avec le ganglion de l'habénula,

d'où, à leur tour, d'autres fibres vont se mettre en relation avec la base du cerveau dans le ganglion interpedonculaire, formant le faisceau de Meynert ou rétro-réflexe. Aussi l'idée peut être émise, que cet organe névroglique sans cesse en activité de production de fibres, constitue là, grâce aux connexions que je viens d'indiquer, une épine irritative vis à vis des centres nerveux, modifiant les actes nerveux normaux, leur donnant à tous son empreinte; et voilà comment l'histologie apporterait une contribution à la fameuse hypothèse de Descartes, si tournée en dérision, qui faisait de l'épiphyse le siège de l'âme. Et la déviation intellectuelle, qui a valu au possesseur de la glande en question d'être supplicié, avait peut-être là sa cause originelle. Une telle théorie, ainsi posée peut certainement paraître fantaisiste, mais il n'en serait pas moins intéressant d'examiner toute une série d'épiphyes d'individus divers, réputés moralement normaux ou anormaux, et de constater le degré d'activité des fibres névrogliques dans ces organes.

Maintenant que voilà terminée l'étude des éléments névrogliques, il convient de jeter un regard en arrière et de tirer dès à présent de cette étude des conclusions.

Nous venons de voir que les cellules névrogliques de la glande pinéale étaient capables de former continuellement de nouvelles fibres, qui présentaient au début une acidophilie particulière, et que le noyau, en s'appauvrissant, participait à l'élaboration ultérieure de ces fibres. L'étude de ce noyau nous a montré comment se faisait cet appauvrissement, qui aboutit, par transformation graduelle et directe, à la formation de vésicules dont la signification

nous est sans doute inconnue, mais n'en est peut-être pas moins importante. Il est évident que l'on assiste à une mort cellulaire, mais il est fort possible que cette mort, telle que celle que l'on observe dans d'autres éléments, soit une mort utile, la vésicule, résultant de la transformation du noyau, ayant, en dehors de l'emploi de la chromatine qu'elle a perdue, une utilisation, un rôle physiologique. C'est du reste là une hypothèse toute gratuite que je forme, l'étude cytologique ne m'y autorise pas. D'autre part, nous avons observé le nucléole, devenu extra-nucléaire, déterminant l'élaboration des concrétions, et j'ai montré par quel processus. Tous ces faits me permettent de conclure à l'existence réelle de phénomènes formateurs aux dépens des éléments névrogliaux dans l'épiphyse.

CONCLUSIONS

Je classerai ces conclusions sous deux titres : les premières seront des conclusions directes, qui découleront immédiatement de l'exposé des faits auquel je viens de procéder, elles en seront le résumé. Mais il convient de s'élever de faits particuliers à des idées générales, et les conclusions que je réunirai dans une deuxième partie seront des déductions d'un ordre général.

I. CONCLUSIONS PARTICULIÈRES

1° L'étude du renflement caudal de la moelle des poissons nous a montré qu'il existait dans un grand nombre d'espèces de cette classe de vertébrés une formation de nature névroglie qui, au point de vue de sa signification et sans doute aussi de son évolution, me semble à rapprocher du lobe nerveux de l'hypophyse et de l'épiphyse des vertébrés supérieurs, situés eux à l'autre extrémité de l'axe nerveux. Comme dans ces formations, la différenciation s'est faite là à l'avantage de l'élément névroglie. Cette névroglie est restée à un stade jeune, comme le prouve l'abondance du protoplasma du corps cellulaire, et elle est capable de l'élaboration de grains, qui évoluent en boules et en flaqes, attestant pleinement son activité formatrice.

L'étude de ce renflement a également confirmé ce fait établi par E. Müller, à savoir que la névroglie est, déjà chez les poissons osseux, complètement indépendante de l'épendyme.

2° En étudiant la glande pinéale, nous avons pu constater que cet organe est avant tout et presque uniquement névroglie et que là aussi les cellules névrogliales demeurent actives. Cette activité se manifeste d'abord par la production incessante de fibres nouvelles. Ces fibres jeunes se présentent avec une affinité tinctoriale différente ; elles sont acidophiles.

3° Le noyau prend une part dans l'élaboration de ces fibres en cédant sa chromatine, d'où résulte son appauvrissement. Cet appauvrissement fait que l'on voit des noyaux posséder une richesse en chromatine très variée, qui va en diminuant progressivement et aboutit à la formation de vésicules d'aspect particulier.

4° Au cours de cette dégénérescence spéciale, les noyaux présentent de nombreuses figures d'amitoses qui ont un rôle certain dans la reproduction des cellules, et perdent à un moment leur nucléole. Ce nucléole devient le centre de formation des concrétions calcaires, si abondantes dans la glande pinéale de l'homme.

II. CONCLUSIONS GÉNÉRALES

Ces faits étant ainsi précisés, il importe maintenant d'en tirer des conclusions d'ordre général.

Dans les organes situés chez différents vertébrés aux deux extrémités de l'axe nerveux et qui ont fait l'objet de mes recherches, renflement caudal de la moelle des poissons et épiphyse, la névroglie présente un développement considérable. Ses cellules montrent une activité formatrice nette, au sens que j'ai donné à ce mot dans mon introduction, qui se manifeste tantôt aux dépens du protoplasma, tantôt aux dépens du noyau.

Au point de vue des fibres, l'observation de ces organes a aussi montré que, dans leurs rapports avec le corps cellulaire,

elles ne présentent jamais de continuité, donnant ainsi raison à la théorie soutenue par weigert, Aguerre et Reinke, de l'indépendance complète des fibres.

Le noyau joue certainement un rôle à un moment de l'évolution de ces fibres et parmi toutes celles produites, il s'en trouve d'un calibre énorme, véritables poutres, qui s'observent normalement chez les poissons, mais qui, lorsqu'elles existent dans la glande pinéale humaine jouent peut-être un rôle irritatif vis-à-vis des centres nerveux.

Vu : Le Président de Thèse.

A. PRENANT.

Vu : Le Doyen,

LANDOUZY.

Vu et Permis d'Imprimer,
Le Vice-Recteur de l'Université de Paris.
L. LIARD.

INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- AGABABOW. — Über Färbung der Neuroglia nach Weigert's Methode. *Rusk. Wratsch.* Bd. IV. 1905. (en russe).
- AGUERRE. — Untersuchungen über die menschlichen Neuroglia. *Arch. f. mikr. Anatomie.* Bd. LVI. 1900.
- ANDRIEZEN. — On a system of fibre-cells surrounding the blood-vessels of the brain of man and mammals: *Intern. Monatsch. f. Anat. B.* X. 1893.
- ANGLADE ET DUCOS. — Note préliminaire sur l'anatomie et la physiologie de la glande pinéale. *Journ. Méd. Bordeaux.* I. XXXIX. 1909.
- BOLL. — Die Histologie und histiogenese der nervösen Centralorganen. *Arch. f. Psych. und Nervenkrankh.* Bd. IV. 1874.
- BOLLES LEE ET HENNEGUY. — Traité des méthodes techniques de l'anat. microsc. O. Doin éd. 1902.
- BONOME. — Sull' istogenesi della nevroglia normale nei vertebrati. *Arch. Ital. di anat. e di embr.* Vol. VI. 1907.
- CAJAL. — Signification des expansions nerveuses et protoplasmiques des cellules de la substance grise. Barcelone 1893.
- CAJAL. — Algunas conjeturas sobre el mecanismo anatomico de la ideacion. Madrid 1895.
- CAJAL. — Traité d'histologie du système nerveux des vertébrés. Traduction par Azoulay, 1910.
- CHAMPY. — Recherches sur l'absorption intestinale etc... *Arch. d'Anat. microsc.* Tome XIII. 1911.

- CHRISTIAN. — Neuroglia tissue and ependymal epithelium in teratoid tumors. *Journ. Amer. Med. Assoc.* 1904.
- CIONINI. — Sulla struttura della ghiandola pineale. — *Revista sperimentale di freniatria e med. leg.* 1885.
- CUTORE. — Il corpo pineale di alcuni mammiferi. *Arch. ital. anat. e embr.* Vol. IX. 1911.
- DARKSCHEWITSCH. — Zur Anatomie der glandula pinealis. *Neurologisches Centralblatt.* N° II. 1886.
- DIMITROVA. — Recherches sur la structure de la glande pinéale. *Thèse de méd.* 1901. Nancy.
- EDINGER. — Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane. II. Aufl. 1889.
- ELLENBERGER. — Handbuch vergl. mikros. *Anat. d. Haustiere.* 1911.
- EURICH. — Contribution to the comparative anatomy of the neuroglia. *Journ. Anat. Phys.* London. Vol. III. 1898.
- FANO (Da). — La fine struttura della nevroglia. *Ricerche fatte nel laboratorio anat. norm. Real. univ. Roma.* Vol XII. 1906.
- FAVARO. — A proposito di una pubblicazione etc... *Anat. Anz.* Bd. 40. 1912.
- FIEANDT (Von). — Eine neue Methode zur Darstellung des Gliagewebes. *Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 76. 1910.
- FUCHS H. — Über das Ependym. *Verh. anat. Ges.* 16. Vers. Halle 1902.
- FUCHS H. — Über Beobachtungen an Sekret und Flimmerzellen. *Anat. Hefte.* H. 77. 1904.
- GALASESCU ET URECHIA. — Les cellules acidophiles de la glande pinéale. *C. R. de la S. de Biologie* T. LXVIII 1910.
- GALEOTTI. — Studio morfologico e citologico della volta del diencefalo in alcuni vertebrati. — *Riv. di Pat. nervosa e mentale.* Vol II. 1897
- GOLGI. — Sulla fina anatomia degli organi centrali. Milano. 1886.
- HELD. — Über den Bau der Neuroglia. *Abh. math. phys. Kl. K. Sächs. Gesel Wiss.* Bd. XXVIII 1903.

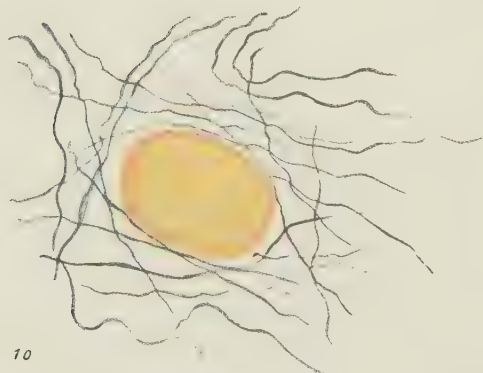
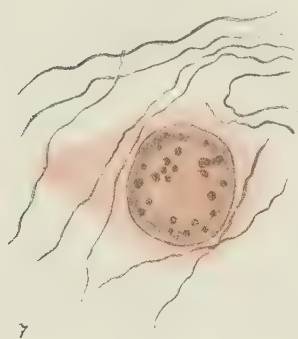
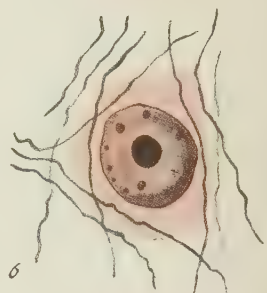
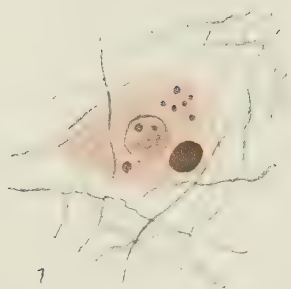
- HELD. — Zur weiteren Kenntniss der Neuroglia des Menschen. 79.
Vers, deutscher, Naturf. u. Ärzte. Dresden, 1907, Sept.
- HELD. — Über die Neuroglia marginalis der menschlichen Grosshirnrinde. *Monatsschr. Psych. u. Neurol. Ergänzungsh. zu Festsch. Flechsig.* Bd. 26. 1908.
- HENLE. — Handbuch der systematischen Anat. des Menschen, Nervenlehre. 1887.
- HOLMGREN. — Zur Kenntniss der Spinalganglienzellen des Kaninchens und des Frosches. *Anat. Anz.* Bd. XV. 1899.
- HOLMGREN. — Studien in der feineren Anatomie der Nervenzelle. *Anat. Hefte.* Bd. XV. 1900.
- IMHOF G. — Das Lumbalmark bei den Vögeln. *Arch. f. mikr Anat.* Bd. LXV. 1905.
- JONNESCO. — Sur l'origine du pigment du lobe postérieur de l'hypophyse. *Arch. de méd. expér. et d'anat. path.* T. XXV. 1913.
- JORIS. — Contribution à l'étude de l'hypophyse. Bruxelles. 1907.
- JORIS. — Le lobe postérieur de la glande pituitaire. *Ass. des Anatomistes.* Marseille. 1908. 10^{me} réunion.
- KOHN AL. — Über das Pigment in der Neurohypophyse des Menschen. *Arch. f. mik. Anat.* LXXV. 1910.
- KRAUSE. — Anatomie des Kaninchens. Leipzig, 1868.
- KRAUSHAAR. — Entwicklung der Hypophysis und Epiphysis bei Nagethieren. *Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie.* Bd. XLI. 1885.
- LAGUESSE. — Corpuscules paranucléaires, etc. . . *Cinquantenaire de la société de Biologie de Paris. Vol. Jub.* Paris 1899.
- LEYDIG. — Traité d'histologie comparée. 1866.
- LHERMITTE ET GUCCIONE. — Nouvelle méthode pour la coloration de la névroglie. *Semaine médicale.* Tome XXVIII. 1909.
- LUGARO. — Sulle funzioni della neuroglia. *Riv. Patol. nerv. e ment.* Anno XII. 1907.
- LUYS. — Système nerveux cérébro-spinal. Paris. 1865.

- MALLORY. — Über gewisse eigentümliche Farbreaction der Neuroglia. *C. f. allgem. Path. und path. Anat.* Bd. VI. 1895
- MALLORY. — *Journ. exp. méd.* 1900 et *Journ. roy. mic. soc.* 1901.
- MARINESCO. — Du rôle de la névroglie dans l'évolution des inflammations 1900. *12^e Cong. Intern. de Méd. Paris.*
- MAWAS. — Structure et signification glandulaire probable des cellules névrogliques. *C. R. Soc. Biol.* T. LXIX. 1910.
- MEYNERT. — Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. Leipzig. 1871.
- MÜLLER E. — Studien über Neuroglia. *Arch. f. mik. Anat.* Bd. LV. 1899
- NAGEOTTE. — Phénomènes sécrétoires de la névroglie dans la substance grise. *C. R. Soc. Biol.* T. LXVIII. 1910.
- OBERSTEINER. — Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Zentralorganen 1912. Leipzig.
- PRENANT. — Eléments d'embryologie de l'homme et des vertébrés. 1896. T. II.
- PRENANT ET BOUIN. — Traité d'histologie. 1911. T. I et T. II.
- RAUBER. — Die letzten spinalen Nerven und Ganglien. *Morphol. Jahrbuch.* Bd. III. 1877
- RANVIER. — De la névroglie. *Comptes rendus.* 5 Juin 1882.
- RANVIER. — De la névroglie. *Archives de physiologie normale et pathologique* 1883.
- RAMÓN. — Centres optiques des vertébrés. *Tesis del doctorado.* 1890.
- REINKE. — Über die Neuroglia in der weissen Substanz. *Arch. f. mik. Anat.* Bd. L. 1897.
- RENAUT. — La névroglie et l'épendyme. *Arch. de physiol.* 1882.
- RETZIUS. — Studien über Ependym und Neuroglia. *Biol. Untersuch. Retzius.* Bd. V. 1893 Stockholm.
- RUBASCHKIN. — Zur Lehre vom Bau der Neuroglia und des Ependyms. *Dissert. St-Petersbourg.* 1903. (en russe.)
- SALA CL. — La Neuroglia de los vertebrados. *Th. Barcelone* 1894.

- SAINT-RÉMY. — Recherches sur la portion terminale du canal de l'épendyme. *Thèse de Nancy*. 1887.
- SCHWALBE. — Lehrbuch der Nervenlehre. 1881.
- SOYER. — Contribution à l'étude de l'hypophyse. *Arch. d'anatomie microscopique* 1912. T. XIV.
- STADERINI. — Intorno alla ghiandola pineale dei mammiferi. *Monit. zool. ital.* Vol. VIII.
- STILLING. — Neue Untersuchungen über den Bau des Rückenmarks Cassel. 1859.
- STUDNICKA. — Über das Ependym de Centralnervensystems der Wirbeltiere *Sitz Ber. böhm. ges. Wiss. math. nat.* 1899.
- STUDNICKA. — Untersuchungen über den Bau des Ependyms der nervösen centralorgane. *Anat. Hefte*. Bd. XV. 1900.
- STUDNICKA. — Die Parietalorgane (aus Lehrbuch des vergl. Anat. der Wirbeltiere. Supplementbl). Jena 1905.
- TESTUT. — Traité d'anatomie de l'homme.
- VAN GEHUCHTEN. — Anatomie du syst. nerveux de l'homme 1906.
- VIGNAL. — Sur le développement des éléments de la moelle des mammifères. *Arch. de physiol* 1884.
- WEBER E. H. — *Meckel's Archiv*. 1827.
- WEIGERT. -- Bemerkung über das Neurogliagerüst des menschlichen Centralnervensystem. *Anat. Anz.* Bd. V. 1890.
- WEIGERT. — Zur path. Histologie des Neurogliagerüsts. *Centralbl. für allgem. Path. und. path. Anat.* Bd. I 1890.
- WEIGERT. — Beiträge zur Kenntniss der normalen menschlichen Neuroglia. *Festschr. zum 50 Jubiläum des ärztz. Vereins zu Frankfurt*. 1895.
- WHITWELL. — On the structure of the neuroglia. *Brit. med. Journal*. 1898.



PLANCHE I



Handwritten signature

EXPLICATION DES PLANCHES

Planche I

Toutes ces figures sont représentées à un grossissement de 1.600 fois environ, d'après des préparations colorées à l'hématoxyline ferrique et à l'éosine.

Fig. 1. — Renflement caudal d'une carpe de 30 cm. Une cellule névroglie de la portion ventrale, montrant des grains de tailles diverses dans son protoplasma; un d'eux atteint presque le volume du noyau. Ce dessin, fait à la même échelle que les autres de cette planche, permet de se rendre compte de la petitesse des éléments chez les poissons.

Fig. 2. — Glande pinéale de supplicé. Noyau de cellule névroglie présentant un appendice en crochet.

Fig. 3. — Glande pinéale. Noyau en voie d'ameiose.

Fig. 4. — id. Ameiose. Les deux moitiés de noyau sont séparées.

Fig. 5. — Noyau foncé, riche en chromatine.

Fig. 6. — Noyau plus clair, présentant un nucléole.

Fig. 7. — Noyau sans nucléole.

Fig. 8. — Noyau en voie d'appauvrissement. On ne distingue plus que quelques grains de chromatine, au voisinage de la membrane nucléaire. On perçoit un réseau dans le noyau.

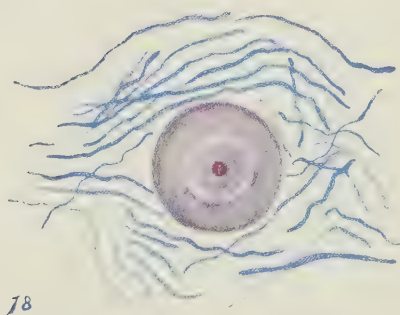
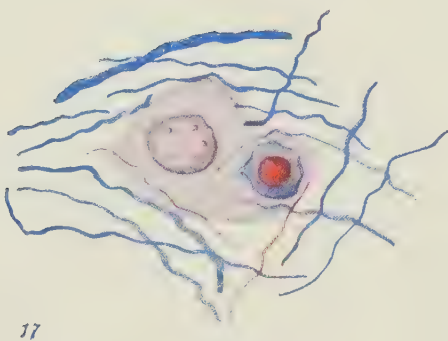
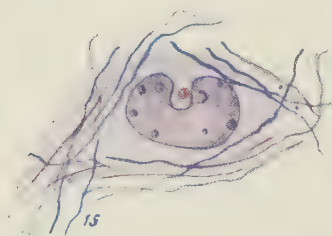
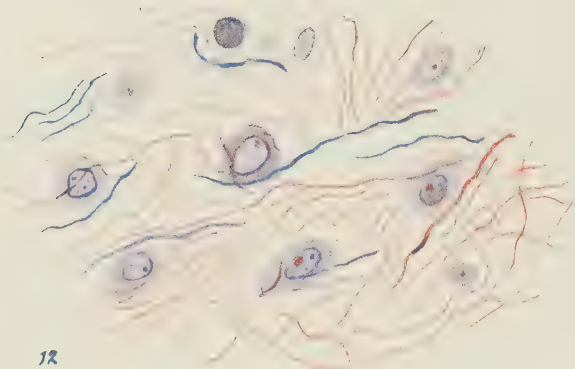
Fig. 9. — L'appauvrissement s'accroît.

Fig. 10. — Noyau complètement vidé représentant une vésicule claire au milieu d'un lacs de fibres névroglies.

Fig. 11. — Cellule présentant un nucléole extra-nucléaire, dans une dépression du noyau.



PLANCHE II



hem — *rel*

Planche II

Fig. 12. — Quelques cellules de la glande pinéale. On retrouve les différents types de noyaux et l'on voit les différentes variétés de fibres. Fibres grêles et épaisses, acidophiles et basophiles. $\times 900$ environ. Eosine-bleu de Kühne.

Fig. 13. — Nucléole extra-nucléaire. Eosine-bleu de Kühne. $\times 1.600$.

Fig. 14. — Noyau riche en chromatine avec un beau nucléole et des fibres acidophiles. Kühne.

Fig. 15. — Noyau en fer à cheval, avec un nucléole dans la concavité. Kühne.

Fig. 16. — Nucléole intra-protoplasmique. Ce nucléole a grossi ; on remarque la dépression du noyau en face de lui. Kühne.

Fig. 17. — Début de la précipitation de sels calcaires autour du nucléole. Kühne.

Fig. 18. — Concrétion en évolution, montrant le nucléole central et les strates concentriques. Hématoxyline de Mallory.

Fig. 19 — Renflement caudal. *Cyprinus carpio*, 50 ctm. Quelques cellules névrogliales montrant des fibres ordinaires et une grosse poutre. Autour de quelques noyaux, on remarque des grains également colorés en bleu. Victoriablau de Lhermitte. $\times 1.000$.

TABLE DES MATIÈRES

	Pages
INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE I. — Valeur fonctionnelle de la névroglie.....	11
CHAPITRE II. — Faits relatifs à l'activité formatrice de la névroglie.....	17
CHAPITRE III. — Technique générale.....	23
CHAPITRE IV. — Le renflement caudal de la moëlle des poissons.....	29
CHAPITRE V. — La glande pinéale.....	47
CONCLUSIONS.....	71
INDEX BIBLIOGRAPHIQUE.....	75

